Guarini, Emile.
L'electricite dans les mines e
Europe.

PRIX : 5 FRANCS

Emile GUARINI



L'Electricité dans les Mines
EN EUROPE

Traduit de
" The Engineering Magazine "

30 photographies dans le texte

Considérations générales.
Genres de courants et de moteurs. Centrales. Eclairage.
Télégraphie minière. Extraction. Forage. Abatage. Ventilation. Halage.
Transport. Allumage des mines. Traitement des minerais.

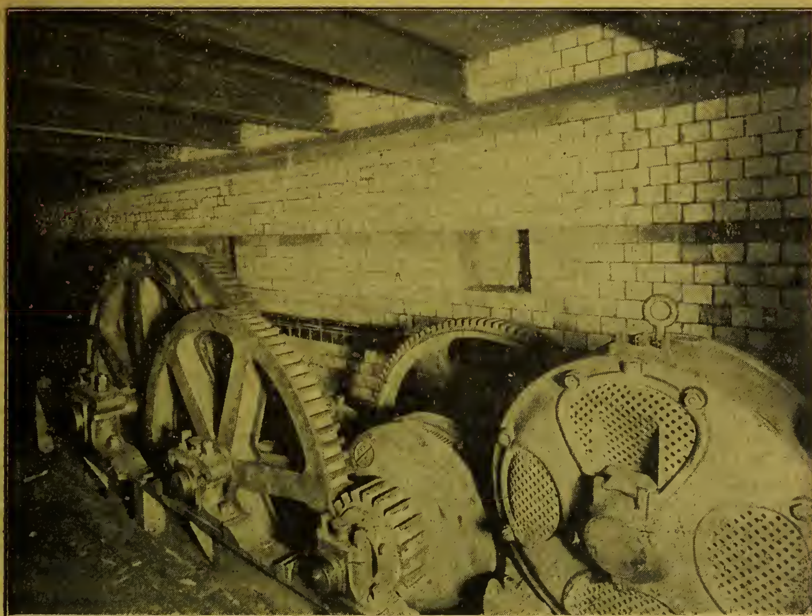


Fig. 23. Halage électrique. Charbonnages de Sneyd, Staffordshire
(Société Westinghouse)

Librairie Scientifique et Industrielle
RAMLOT FRÈRES ET SŒURS, 25, RUE GRÉTRY
BRUXELLES

Emile GUARINI

La Télégraphie sans fil * L'œuvre de Marconi

Traduit du *Scientific American.*

PRIX : 2 FR. 50

En vente pour la Belgique et l'étranger : Librairie RAMLOT, 25, rue Grétry, Bruxelles
Pour la France :
Madame veuve DUNOD, libraire-éditeur, 49, quai des Grands Augustins, Paris

Dans ce volume de 64 pages in-8° illustrées de 88 gravures (11 photographies, portrait et signature de Marconi), l'auteur envisage l'œuvre de Marconi dès son origine; il rend compte successivement des diverses étapes parcourues, tant au point de vue de la technique des appareils, qu'au point de vue des expériences réalisées. La dernière expérience transatlantique de Marconi amène l'auteur à envisager la manière dont les ondes se propagent dans les transmissions à longue distance. Le volume se termine par l'étude de l'œuvre de Marconi au point de vue commercial. On peut le diviser en quatre parties.

I. — **De l'origine aux premières expériences publiques.** — Marconi utilise d'abord les appareils de Hertz comprenant l'oscillateur à plaques et le résonateur à spire unique; il substitue à ce dernier un récepteur plus sensible, le cohéreur. L'auteur montre comment ce premier perfectionnement se justifie. Le cohéreur est un véritable condensateur aussi bien qu'un relais : une expérience faite par l'auteur l'indique clairement. Le principe réalisé par le cohéreur est celui des contacts imparfaits, du changement de conductivité des limailles sous l'influence du courant d'induction de tension suffisante. Ce premier appareil de Marconi ne permettait pas d'obtenir de grandes portées, à cause des imperfections du transmetteur. Le transmetteur n'est pas pourvu de concentrateur d'ondes, l'action du champ électrique et du champ magnétique est presque nulle sur le cohéreur; le récepteur a une faible surface, il est peu apte à l'induction électro-statique et à l'induction électro-magnétique; enfin, la décohésion est nécessaire. La seconde forme de l'appareil Marconi comprendra donc un décohéreur qui est le frappeur automatique déjà employé par Popoff; le cohéreur étant aussi muni de deux plaques opposées à celles du transmetteur se trouve placé entre deux ventres de la tension de signe contraire. Mais, comme le prouvent les expériences de M. Tommasina, les lignes de force électrique étant normales à la surface du radiateur, cette disposition demande une orientation convenable des plaques : celles du récepteur doivent être rigoureusement vis-à-vis de celles du transmetteur. Cette orientation étant difficile à obtenir dans la pratique, Marconi supprime une des deux plaques au transmetteur et au récepteur. Il reprend ainsi l'idée d'Edison : une plaque de ciel terminant une antenne se rendant à la terre après avoir traversé l'enroulement du secondaire d'une bobine de Ruhmkorff; dans le récepteur, un téléphone intercalé dans ce circuit. Au transmetteur d'Edison, Marconi ajoute l'oscillateur de Righi à quatre boules; au récepteur Popoff, il ajoute une plaque de ciel. Complété par des shunts, des bobines d'impédance, l'appareil ainsi constitué est expérimenté en mai 1897 au dessus du canal de Bristol, avec une portée de 15 kilomètres.

II. — **Etapes parcourues jusqu'à ce jour.**

1° A la Spezzia, en juillet 1897, Marconi obtient une portée de 18 kilom. Dans l'expérience du 18 juillet, Marconi constate que la transmission est meilleure, lorsque les antennes sont parallèles et qu'elle est arrêtée, lorsqu'il y a interposition d'obstacles. Della Riccia conseille à Marconi l'emploi de 2 boules au lieu de 4 à l'oscillateur et d'une caisse métallique abritant le récepteur contre l'influence du transmetteur du même poste.

2° Dans la Manche, en mars 1899, la portée de 46 kilom. est obtenue entre deux postes fixes avec des antennes de 37 m. de hauteur, le transmetteur employé est à deux boules et la caisse métallique de Della Riccia est utilisée pour la première fois. Apparition du jigger ou transformateur de basse en haute tension permettant la syntonisation, mettant les appareils en dehors de l'influence de l'électricité atmosphérique, augmentant la portée et la vitesse de communication. Pour obtenir la syntonisation, Marconi fait usage de rubans

(Voir page 3 de la couverture)

Emile GUARINI

L'Electricité dans les Mines
EN EUROPE

Traduit de
" The Engineering Magazine "



30 photographies dans le texte

Considérations générales.
Genres de courants et de moteurs. Centrales. Eclairage.
Télégraphie minière. Extraction. Forage. Abatage. Ventilation. Halage.
Transport. Allumage des mines. Traitement des minerais.

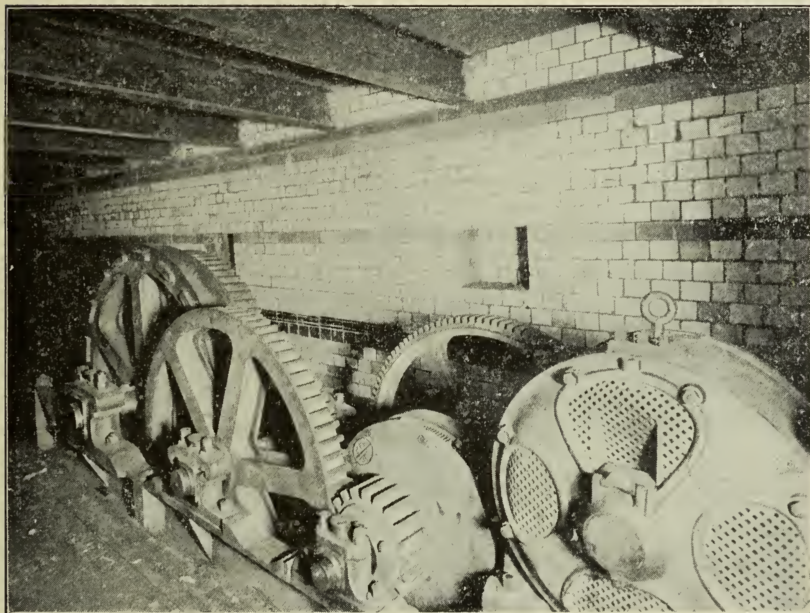
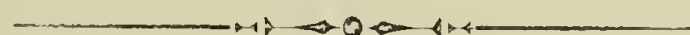


Fig. 23. Halage électrique. Charbonnages de Sneyd, Staffordshire
(Société Westinghouse)



Librairie Scientifique et Industrielle
RAMLOT FRÈRES ET SŒURS, 25, RUE GRÉTRY
BRUXELLES

Emile GUARINI

70, Boulevard Charlemagne

BRUXELLES (Belgique)

Préface

Nous espérons que ce volume, qui vient combler une lacune, sera le bienvenu auprès de tous ceux qui, ingénieurs, directeurs de mines, industriels, etc., s'intéressent directement ou indirectement à l'exploitation des mines. Une mine moderne ne se conçoit désormais plus sans l'emploi, à tout le moins partiel, de l'électricité. Elle ne serait plus à la hauteur. « Comme M. Guarini le met en évidence, écrivent les éditeurs de *The Engineering Magazine*, il y a peu de domaines de la technique où l'électricité rende de plus grands services que dans l'exploitation des mines. »

Dans la première partie du volume, illustré de 30 magnifiques photographies, l'auteur donne une vue d'ensemble de la matière ; il examine successivement les inconvénients des méthodes actuellement employées pour la transmission de l'énergie, les causes de la rapide extension de la commande électrique dans les mines, extension due, en partie, aux efforts des firmes Siemens et Halske, Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Union Elektricitäts Gesellschaft, Hélios, Schückert et Cie, Ehrhardt et Sehmer, Ganz et Cie, Westinghouse, General Electric C^o^, Johnson et Philips, Brioschi et Finzi, Electricité et Hydraulique, Oerlikon, etc. Il étudie ensuite les moteurs électriques pour usages miniers, les accessoires divers, les centrales et leurs

avantages, les tableaux de distribution, les appareils de signalation, l'éclairage électrique des mines avec les avantages, sécurité, économie, qui s'y rapportent. Il traite, en passant, du choix du courant. Voici, d'après l'*Electrical Review*, comment le « *Colliery Guardian* » rend compte de cette partie : « Un article d'un intérêt considérable a été publié dans le présent numéro de *The Engineering Magazine* par M. Guarini. Il donne la description de quelques « applications de l'énergie électrique dans les mines en Europe ». On parle, depuis quelque temps, beaucoup d'installations électriques établies et fonctionnant dans les mines du continent. Les ingénieurs anglais sont portés à croire que le système triphasé y est adopté à l'exclusion du système à courant continu. Il semble qu'il n'en soit pas ainsi. L'Allemagne est à la tête des autres pays pour l'emploi de l'électricité dans les mines et, d'après M. Guarini, trois des plus grandes firmes de ce pays — l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, la Union Elektricitäts Gesellschaft et la Hélios — sont portées en faveur du courant continu, tandis que Siemens et Halske donnent la préférence aux moteurs à courants alternatifs. En présence de la discussion sur les installations triphasées pour la transmission de l'énergie dans les mines à la récente séance de l'Institut des Ingénieurs des mines et de la défense des machines triphasées par certains ingénieurs de notre pays, cet article constitue une lecture intéressante pour les ingénieurs des mines et spécialement pour ceux qui pencheraient pour l'adoption du système triphasé. L'auteur conserve une attitude impartiale ; il est toutefois d'avis que, quoique la décision à prendre dépende des circonstances, l'avantage reste au courant triphasé chaque fois que la centrale est loin du point d'utilisation. »

La seconde partie du volume traite des grandes applications électriques de la mine. Ces applications comportent

quatre catégories suivant qu'elles ont trait à la sécurité de la mine, à l'abatage, au transport, au traitement des minerais. Elle débute par l'exhaure électrique avec son rendement élevé et son économie; puis vient la ventilation, simple, efficace, économique ; puis, les différents genres de perforatrices, électriques ou mixtes, avec leur vitesse étonnante. Les haveuses électriques sont envisagées à ce propos. Viennent ensuite les exploseurs magnéto- et dynamo-électriques ; ces derniers se recommandent par leur grande sûreté et l'épreuve préalable du circuit qu'ils permettent d'effectuer. Le transport des matériaux abattus est réalisé par des treuils, des chaînes sans fin, etc., pour la commande desquels le moteur électrique a l'avantage d'être facile à desservir et à entretenir, économique et sûr. Il s'effectue aussi, lorsque les galeries s'y prêtent, au moyen de locomotives électriques qui traînent une charge de 28 tonnes à raison de 6 3/4 milles par heure. L'extraction est la dernière en date des applications minières de l'électricité. Elle se distingue par la sécurité, la rapidité du transport, la grande capacité de surcharge. Cette application a reçu, dans le volume de M. Guarini, des développements particulièrement étendus et intéressants. Dans les mines où l'extraction électrique a été adoptée, l'économie s'est élevée à 33,3 p. c. rien que pour le combustible employé. La dernière division est consacrée à l'emploi des moteurs électriques pour la commande des machines de traitement : broyeurs, concasseurs, bocardeurs, trieurs, machines à laver, chargeurs de fours à coke, tabliers sans fin, élévateurs, compresseurs, soufflets, scies, etc.

Le court résumé qui précède n'a pas la prétention d'avoir épuisé la matière que de longues recherches ont permis à M. Guarini de concentrer dans son volume. Deux points ressortent surtout de cet exposé : 1° l'activité qui règne en Europe pour l'introduction de l'électricité dans la machinerie minière ; 2° l'économie qui résulte de

cette introduction. L'auteur en cite deux exemples vraiment typiques : « Avant l'introduction de l'électricité, les *Burma Ruby Mines* ne pouvaient distribuer de dividendes : les frais étaient trop élevés. Depuis son adoption, elles en distribuent, parce que les frais ont été réduits de £ 6.000 par an. A la *Sheba mine*, l'économie réalisée sur les frais d'exploitation depuis l'introduction de l'électricité, en 1896, se monte à £ 10.000 par an. » Ces chiffres montrent l'importance économique de la question traitée par M. Guarini, tant pour le financier que pour l'industriel. Sans être tout à fait populaire, le livre de M. Guarini est écrit d'un style si clair que, ne fût-il même pas à la portée de tout le monde, il est à celle de tous ceux qui ont quelques notions de physique et d'électricité.

LES ÉDITEURS.

Bruxelles, octobre 1903.



L'Electricité dans les Mines

EN EUROPE

Traduit de *The Engineering Magazine* (1)

I.

Considérations générales. — Eclairage électrique. Télégraphie électrique dans les mines.

La substitution de l'énergie mécanique au travail de l'homme ou des animaux est l'une des tendances les plus caractéristiques de notre époque qui se distingue par l'activité fiévreuse qu'elle dirige dans ce sens. Cette tendance est beaucoup plus accentuée en Amérique que dans l'ancien continent, mais ce n'est pas à dire que l'Europe néglige le secours que les machines peuvent prêter au travail manuel. Ce serait un conservatisme exagéré. On se représente difficilement à notre époque une mine où l'exhaure se ferait à la main, où le halage et l'extraction se feraient uniquement par l'effort manuel, où l'abatage ne s'effectuerait que par le forage à la main et le pic et ne disposerait d'autre source d'énergie que les bras du mineur. Une telle mine ne ferait pas ses frais. La supériorité manifeste de l'emploi de l'énergie mécanique dans les mines a conduit à l'introduction de divers systèmes de transmission et d'application : les tiges, la vapeur, la force hydraulique, l'air comprimé. Mais tous ces systèmes ont des désavantages et certains des désavantages si grands que ce n'est que faute de mieux qu'on continue à y avoir recours.

---

(1) Nous devons à l'obligeance des éditeurs de *The Engineering Magazine* les clichés qui illustrent notre mémoire.

Les tiges avec leurs dimensions énormes et leur lenteur désespérante exigent une dépense considérable d'énergie. Joignez aux pertes d'énergie qui s'y produisent, le coût élevé de la première installation, et vous verrez sans peine pourquoi elles ont été abandonnées aussitôt que possible pour d'autres systèmes plus économiques, mais pourtant pas exempts de défauts. La vapeur, l'eau sous pression, l'air comprimé nécessitent tous des conduites et c'est là leur principal inconvénient. Les conduites sont difficiles à établir, à entretenir, à maintenir étanches. Leur longueur et les pertes inévitables dues au frottement et aux fuites diminuent leur rendement. A cela s'ajoute, pour la vapeur, la chaleur moite qu'elle fait régner dans la mine et qui agit regrettablement sur la santé des travailleurs et la conservation des boisages.

Ces graves désavantages des anciennes méthodes expliquent l'empressement avec lequel on entreprit d'appliquer l'électricité aux machines minières le jour où on en vit la possibilité. Le champ fut activement exploité par un grand nombre d'importantes compagnies électriques en collaboration avec les constructeurs de machines en vue de créer une machinerie minière spécialement appropriée à la commande électrique. Parmi ces compagnies, on peut citer, par exemple, les maisons Siemens et Halske, Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Union Elektricitäts Gesellschaft, Hélios, Schückert et C°, Ehrhardt et Sehmer, en Allemagne; Ganz et C°, en Autriche-Hongrie; Westinghouse, General Electric Company, Johnson et Philips, en Angleterre; Brioschi et Finzi, en Italie; Electricité et Hydraulique, en Belgique; Oerlikon, en Suisse. De cette collaboration des constructeurs de machines électriques et mécaniques, du soin avec lequel ils ont scruté et résolu ces problèmes compliqués et délicats, est né un mouvement qui a doté le continent de maintes installations minières électriques qui rendent l'exploitation des dépôts minéraux plus certaine, plus économique et plus aisée pour les mineurs.

L'extension rapide prise par l'emploi de l'électricité dans les mines s'explique du reste par les grands et nombreux avantages qui en résultent. L'énergie électrique se transmet sans peine et avec des pertes minimes, même à

des endroits où il ne serait pas possible d'amener le charbon pour actionner une machine à vapeur. Les conducteurs sont aisés à placer et n'occasionnent que de faibles pertes d'énergie. Les machines actionnées par des moteurs électriques sont faciles à mettre en mouvement, ont un rendement élevé, marchent avec beaucoup de sûreté et très peu de surveillance. La centrale peut être établie dans la position la plus avantageuse au point de vue économique. Les moteurs ne consomment pas d'énergie, lorsque les machines qu'ils actionnent sont au repos et ne demandent que peu de temps et de matériaux pour le nettoyage et le graissage. Enfin, le nombre des ouvriers peut être considérablement réduit.

Il s'en faut cependant de beaucoup que tous les pays de l'Europe soient sur le même pied pour les applications de l'électricité au travail minier. L'Allemagne tient la tête et les usines allemandes prédominent. Siemens et Halske ont pour ainsi dire envahi tous les marchés pour les machines minières électriques. Par une réclame adroite, par le soin scrupuleux donné à la construction de leurs machines minières, par la sécurité du matériel produit, ils se sont assuré la vogue. Les applications électriques dans les mines allemandes se comptent par centaines ; la majorité des installations a été faite par Siemens et Halske ; le reste se partage entre diverses compagnies : la Hélios en a fait une dizaine, Schückert, l'Allgemeine et la Union, dix ou quinze chacun.

En Autriche-Hongrie, pays riche en dépôts minéraux, les installations minières électriques sont presque aussi nombreuses qu'en Allemagne, mais rarement aussi importantes. La plupart ont été faites par la firme Ganz et Co, de Buda-Pesth, dont l'activité, tant dans son pays qu'à l'étranger, se traduit par l'équipement d'une cinquantaine d'installations minières électriques.

On s'attendrait à voir l'Angleterre, avec ses nombreuses mines, offrir le spectacle d'un grand développement des applications électriques minières. Elles n'y ont pourtant pas pris la grande extension que l'on pourrait imaginer. La plupart des travaux de ce genre faits par les firmes anglaises l'ont été dans les mines d'or de l'Afrique méridionale. De même en Belgique, quoique l'industrie minière

y soit florissante et importante, l'emploi de l'électricité ne fait que commencer à se répandre. La Suisse, petit pays qui n'a que peu de mines, se prête peu à ce genre d'application : et cependant une firme suisse — l'Oerlikon — a fait des travaux très importants en ce genre, sinon dans le pays, du moins à l'étranger.

Les autres pays de l'Europe sont tous, sous le rapport des installations minières électriques, tributaires de l'étranger. En Italie, le peu qui a été fait dans ce domaine l'a été presque entièrement par des maisons étrangères. La France est redevable de ses installations à la Thomson-Houston, l'Oerlikon et quelques autres sources étrangères. L'Espagne n'a que peu de machines électriques minières, encore sont-elles toutes fournies par des compagnies étrangères. Dans les pays scandinaves, les installations ont été faites par des constructeurs allemands ou parfois anglais ; en Russie, par des maisons allemandes et belges.

Quoique beaucoup de mines du continent aient un équipement électrique, il n'y en a aucune, à ma connaissance, qui soit complètement et uniquement actionnée par l'électricité. Et pourtant, chaque département du travail minier peut en faire avantageusement usage : l'éclairage, la signalation, l'extraction, le forage, l'abatage, la ventilation, le halage, le transport, la mise à feu des mines, les travaux de surface, le traitement des minerais. Dans toutes ces opérations, l'électricité se montre un auxiliaire précieux et économique ; précieux, parce qu'aucun autre agent ne se prête si bien aux besoins de l'industrie minière ; économique, parce que les pertes inévitables sont réduites au minimum et qu'il est rare qu'on n'ait à sa disposition, dans les mines, le moyen de produire, à bon marché, l'énergie électrique. L'on fera, par exemple, usage d'une chute d'eau, fut-elle distante de plusieurs milles, ou bien, dans d'autres cas, des gaz perdus de hauts-fourneaux, ou bien encore, lorsque ces moyens font défaut, de la vapeur. On pourrait même employer la force du vent en installant des moulins à vent en nombre suffisant et de puissance suffisante (à Vienne, on en a construit de 25 chevaux) à condition, naturellement, de faire usage de réservoirs d'énergie constitués soit par des réservoirs d'air comprimé, soit par des accumulateurs.

Bref, l'introduction généralisée de la machinerie électrique ne peut qu'être avantageuse à l'industrie minière, car, plus que toute autre forme de l'énergie, l'électricité satisfait à des desiderata importants. Parmi ceux-ci, le plus important est la sûreté du fonctionnement, car l'arrêt de certaines machines — celles de l'exhaure, par exemple — peut mettre en danger la mine entière et compromettre la vie des mineurs. Une autre condition importante, c'est la robustesse et la simplicité de construction des machines, la facilité de leur contrôle et de leur entretien. Les machines à commande électrique excellent sous tous ces rapports.

Quant au type de moteur à employer — moteur à courant continu ou à courants alternatifs — les deux genres ont leurs défenseurs. L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, la Union Elektricitäts Gesellschaft et la Hélios inclinent vers le courant continu, la Siemens et Halske et les maisons anglaises vers les courants alternatifs. Les deux parties font valoir de bonnes raisons. Les partisans du moteur à courant continu font valoir l'infériorité de son poids, celle du nombre de fils (deux ou trois, au lieu de trois ou quatre), la possibilité de régler la vitesse — considération importante dans certains cas, pour les machines d'extraction, par exemple — et le fait qu'il permet l'emploi de batteries d'accumulateurs, soit comme réserve d'énergie, soit comme batteries tampons. Ils reprochent au moteur triphasé la chute de tension au démarrage ; au moteur monophasé, sa lenteur, sa faible capacité de surcharge et son faible rendement.

A cela, les défenseurs du système triphasé répondent que la chute de tension est insignifiante (de 580 à 540, soit 40 volts) si l'énergie à la station génératrice est accrue au moment du démarrage du moteur. Ils revendiquent en sa faveur la simplicité et la robustesse des moteurs, l'absence de parties délicates ou compliquées, l'indépendance vis-à-vis des conditions extérieures et de l'encrassement, — ce qui est, en effet, une qualité importante, lorsque le moteur est établi dans une galerie humide, malpropre, remplie de vapeur, de poussière de charbon ou de gaz explosibles.

En somme, la décision à prendre dépend des circons-

tances, et ces circonstances, dans les mines, sont généralement en faveur du moteur polyphasé. Le voltage du courant continu ne doit pas dépasser 1000 volts ; il est ordinairement de 500 à 550 ; ce qui n'est pas économique pour les transmissions dépassant 1 kilomètre. Les courants alternatifs, par contre, se prêtent à l'emploi de tensions atteignant 10.000 volts et, à de telles tensions, il se transmet, sans pertes sérieuses, à plusieurs kilomètres. En outre, au point d'utilisation, ils se réduisent sans peine à une tension moindre. L'avantage reste, en général, au système triphasé chaque fois que la centrale est très éloignée du point d'utilisation. La tension primaire ordinairement employée est de 2000 volts; la tension secondaire ou tension de service, de 500 volts.

Pour combiner les avantages des deux systèmes, certaines firmes — la Union Elektricitäts Gesellschaft, par exemple, — recommandent vivement l'emploi combiné du courant alternatif et du courant continu, le premier servant à la transmission d'énergie à partir de la centrale, et

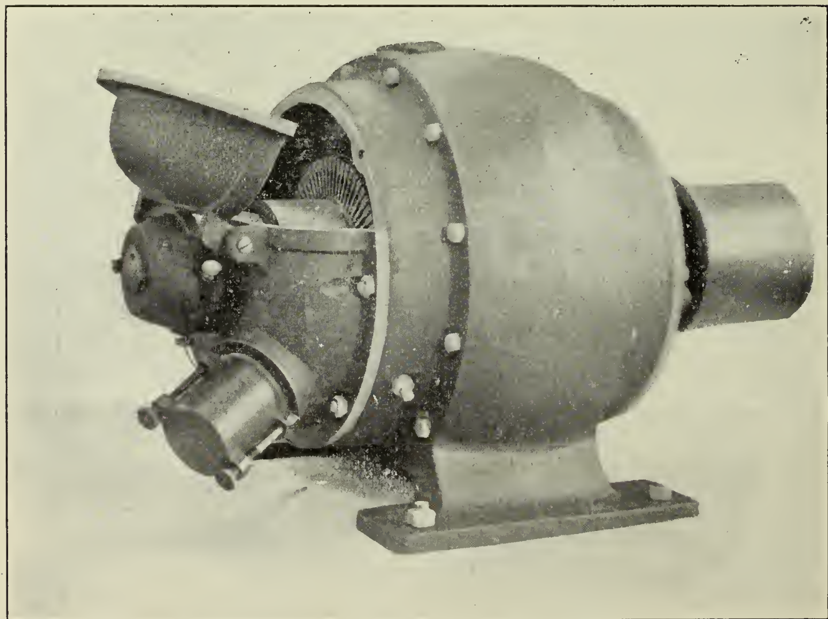


Fig. 1. Moteur courant continu 25 chevaux. Brioschi, Finzi et C°.

étant transformé par un convertisseur en courant continu, lorsqu'il arrive à la mine.

Les conditions spéciales et très défavorables dans lesquelles une machine minière doit travailler, ont poussé à la construction de types de moteurs particulièrement destinés à cet usage. Tous les inventeurs ont cherché à produire un moteur — généralement du type fermé, — occupant peu de place, insensible à l'atmosphère environnante, ne donnant pas d'étincelles, ne chauffant pas, même après 24 heures de marche continue, facile à inspecter dans toutes ses parties. La Compagnie Westinghouse construit même un moteur qui, sans être complètement cuirassé, ne donne absolument pas d'étincelle et marche avec sûreté, même complètement submergé. La fig. 1 montre un moteur cuirassé de 25 H. P. à courant continu sous 500 volts, construit par Brioschi, Finzi e C^a^, pour une

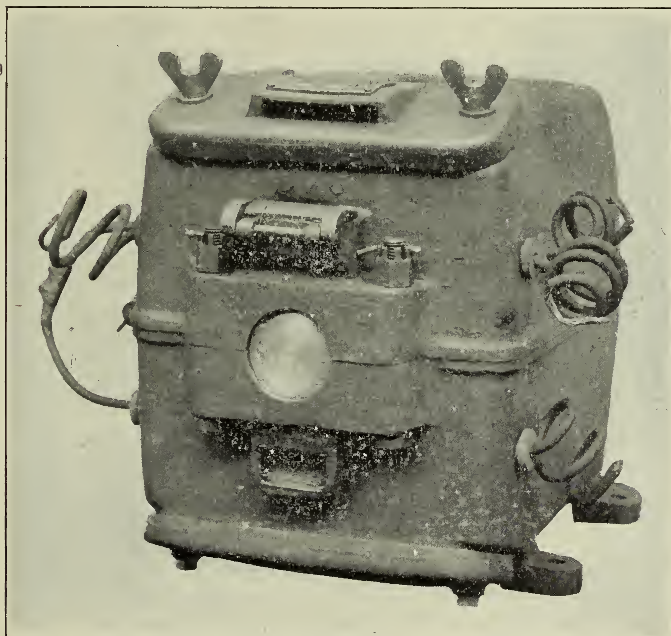


Fig. 2. Moteur pour mines hermétiquement clos. Société Hélios.

mine de Sicile. La fig. 2 représente un moteur hermétiquement clos pour usages miniers, construit par la Compagnie Hélios.

Une difficulté que l'on rencontre dans l'emploi des moteurs électriques pour la commande des machines minières, c'est leur vitesse qui ne convient pas au travail courant. Le moyen le plus simple, sinon le meilleur, d'y remédier, c'est l'emploi des engrenages, comme le montre la fig. 3. On reproche à ce moyen les pertes d'énergie qui

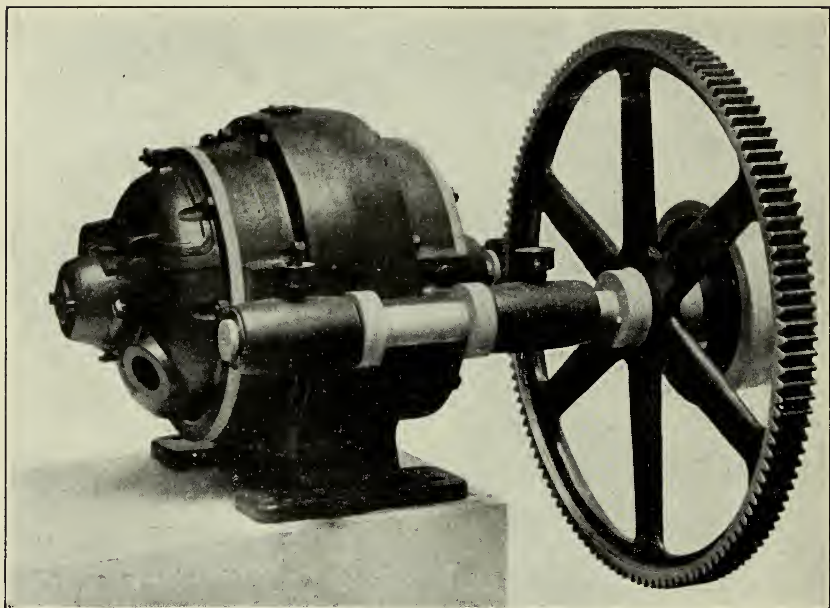


Fig. 3. Moteur à engrenages. Brioschi, Finzi et C°.

en résultent, l'encombrement, les risques de rupture des engrenages, rupture sans gravité, il est vrai, pour les petites machines, mais qui prend de l'importance pour les grandes. Ce motif fait qu'on préfère souvent les courroies. Parfois, l'engrenage est actionné par un arbre flexible, comme celui que montre la fig. 4, dans laquelle sont représentés l'arbre et son enveloppe. Au lieu d'employer ces moyens mécaniques pour réduire la vitesse, on peut avoir recours à des moyens électriques, soit sous forme de résistances, soit par l'application de la force contre-électromotrice. La régulation se fait d'ordinaire par un contrôleur identique à ceux employés pour les moteurs de tramways électriques, comme on peut le voir

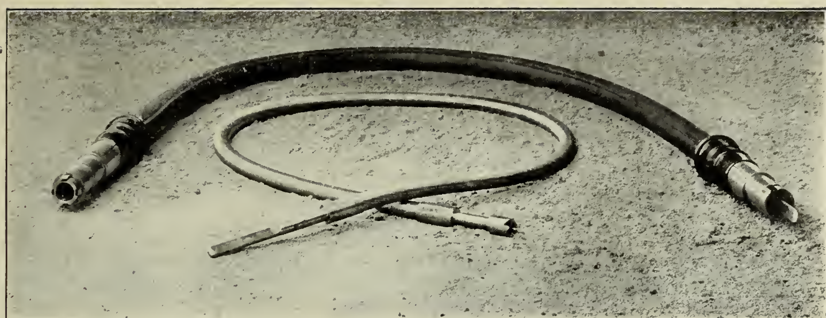


Fig. 4. Arbre flexible avec et sans gaîne.

dans le spécimen de la Compagnie Hélios représenté à la fig. 5.

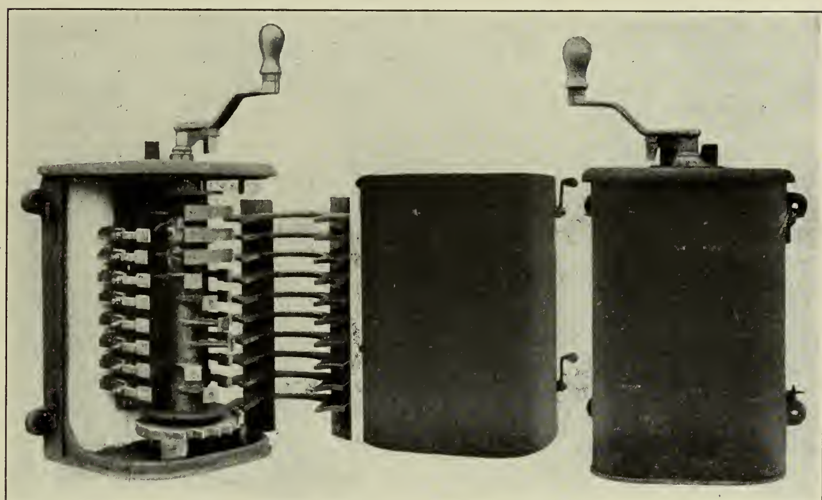


Fig. 5. Contrôleur pour moteur de mine. Société Hélios.

Lorsqu'un moteur doit être déplacé de temps en temps, comme c'est le cas, par exemple, lorsqu'il est placé au fond d'une galerie en construction, on évite les allongements successifs des câbles en employant le dispositif représenté dans la fig. 6 (voir p. 16). Le câble est enroulé sur une bobine et déroulé au fur et à mesure des besoins. La connexion constante avec la centrale est de cette façon maintenue.

La centrale d'une installation minière diffère peu de

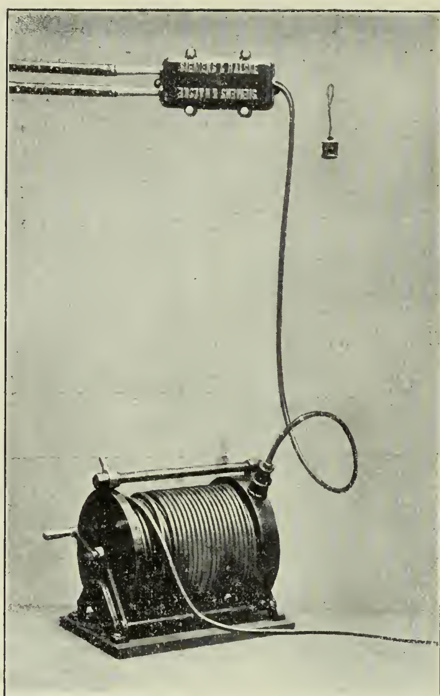


Fig. 6. Câble et bobine.

celle d'une installation d'éclairage ou de traction. Les fig. 7 et 8 en montrent des types intéressants construits par des compagnies électriques différentes. La fig. 7 est l'intérieur de la Centrale des Charbonnages Unis, de Zwickau, dont l'installation a été faite par Schückert et Co., de Nuremberg. Elle comporte deux machines à vapeur verticales de 700 chevaux chacune directement couplées avec deux alternateurs triphasés de 475 kilowatts à 2100 volts. La gravure montre l'un des groupes et le moteur asynchrone entraînant l'excitatrice à courant continu.

Dans la centrale de Monterrad, à Firminy, construite et installée par les ateliers Oerlikon, la machine primaire est une machine à vapeur de 30 chevaux, à 100 tours et sous une pression de 103 livres par pouce carré, couplée à la dynamo par un couplage Zoddel. Le générateur produit du courant triphasé sous 1000 volts et 20 périodes par seconde. Il est à 24 pôles ; le diamètre de la roue polaire est de 2,492 mètres ; le diamètre intérieur de l'armature mesure 2.500 mètres.

La fig. 8 représente un autre type d'installation ; elle a été fournie aux mines de Scharnhorst par la compagnie Hélios, de Cologne. Elle comporte deux alternateurs donnant 300 kw. à 500 volts avec 150 tours.

Le tableau de distribution est d'ordinaire placé dans la centrale. Là, où l'on produit du courant à haute tension

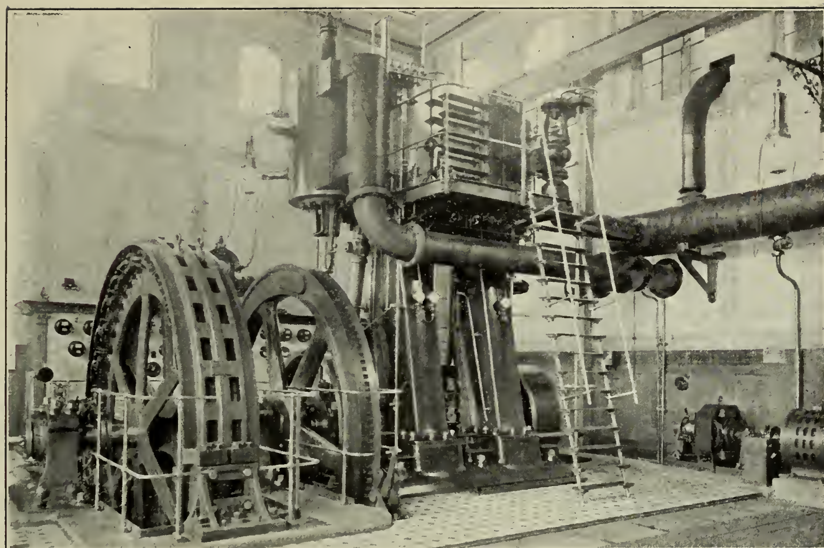


Fig. 7. Centrale des Charbonnages Unis de Zwickau.

les connexions sont établies, par mesure de précaution, à la partie postérieure du tableau et sont complètement indépendantes des appareils à basse tension. Cette disposition

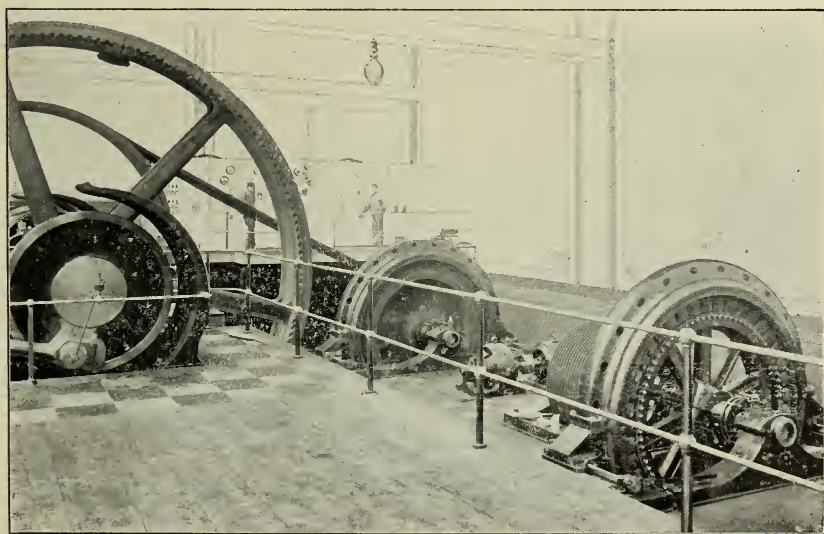


Fig. 8. Centrale des mines de Scharhorst.

se voit dans la fig. 9. Elle est établie pour trois couples de dynamos et du courant à 2400 volts. La « colonne » de distribution qui se voit fig. 10, a été étudiée par la Société Hélios pour éviter l'inconvénient que présente parfois le tableau de distribution ordinaire d'être encombrant et de cacher certaines parties des machines à la vue.

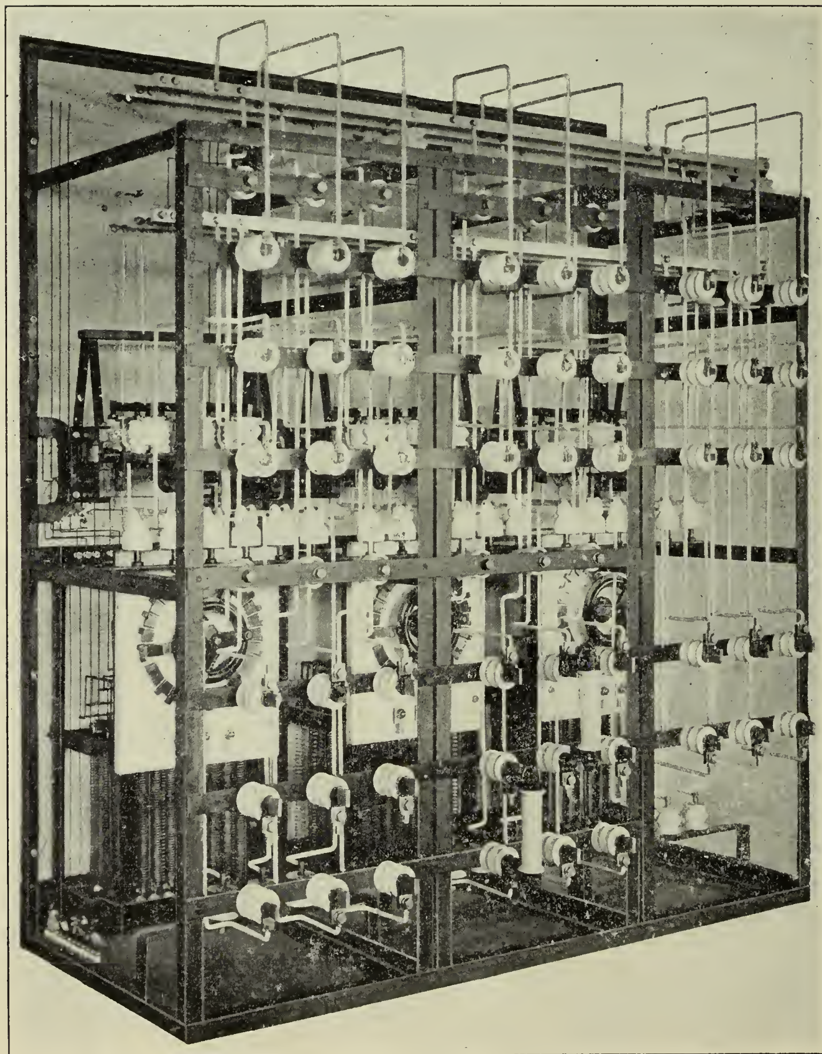


Fig. 9. Partie postérieure du tableau de distribution installé par la Société Hélios aux mines de Gneisenau.

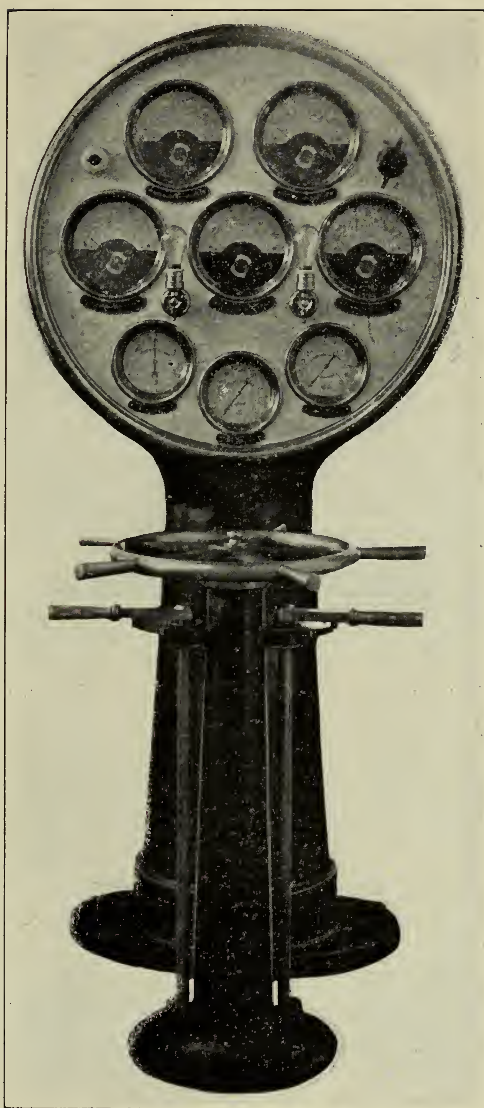


FIG 10. Colonne de distribution.

De même que la centrale, l'installation d'éclairage électrique d'une mine ne présente guère de particularités. On y utilise des lampes à arc et des lampes à incandescence, les premières principalement pour le carreau de la mine,

comme on le voit dans la fig. 11 qui représente le carreau d'une mine dont l'installation électrique est due à la



Fig. 11. Carreau éclairé par lampe à arc.

Union Elektricitäts Gesellschaft. Dans les autres cas, on ne se sert que de lampes à incandescence. C'est le cas, par exemple, dans la mine « Gottessegen », à Zurich, où la Société Schückert a établi 120 lampes à incandescence à la surface et 30 dans les parties souterraines. Aux mines de Beth, de la Société Mineraria Italiana, l'usine de traitement des minerais et les bureaux dans la vallée de Chisone sont éclairés au courant continu à 110 volts fourni par l'excitatrice ; les bâtiments à l'entrée de la galerie principale, à 2700 mètres d'altitude, sont éclairés par du courant triphasé dont la tension est à cet effet réduite de 2000 à 210 volts.

Pour les lampes portatives des mineurs, l'usage est d'employer des accumulateurs, à cause de la difficulté que l'on éprouverait à prendre le courant à des conducteurs. En vue de diminuer la fréquence des rechargements, l'on emploie de préférence des lampes à bas wattage. La

lumière est de cette façon beaucoup plus intense et la consommation du courant plus petite.

Si l'éclairage de la mine et de ses dépendances a reçu moins d'attention qu'il ne le mérite, la télégraphie et la téléphonie appliquées à cette industrie en ont, par contre, reçu beaucoup de la part des inventeurs. Trois points surtout ont fait l'objet de leurs efforts : sûreté de fonctionnement, résistance à l'humidité et à la poussière, protection contre les détériorations mécaniques. Certains constructeurs ont également combiné des appareils pour courant de grande intensité.

Dans les systèmes télégraphiques, chaque station est ordinairement pourvue d'un transmetteur et d'un récepteur. Le récepteur consiste d'ordinaire en un voltmètre autour du disque duquel sont disposés un certain nombre de signaux ou ordres. L'opérateur qui transmet un ordre, tourne la manivelle d'une magnéto jusqu'à ce que l'aiguille du disque transmetteur vienne se placer sur le signal désiré. Le même signal se répète sur le disque récepteur et est d'ordinaire accompagné d'un nombre de sonneries égal au nombre de degrés parcourus par l'aiguille. L'opérateur qui reçoit le signal, le répète au transmetteur qui s'assure de cette façon s'il a été bien compris.

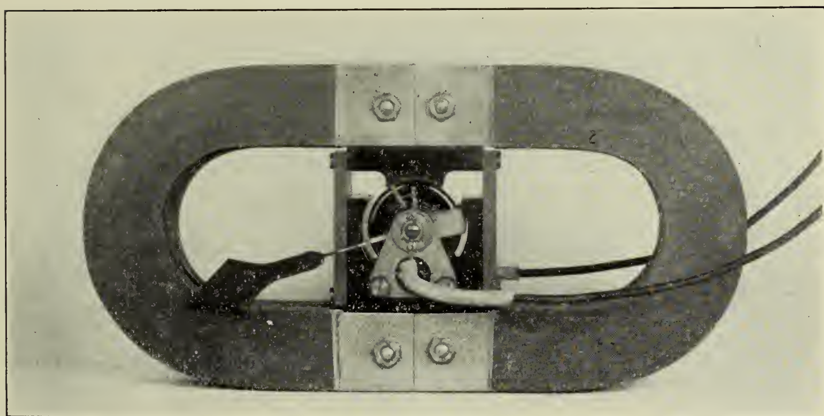


Fig. 13. Récepteur magnéto pour signalateur de mines.
Union Elektricitäts Gesellschaft.

La fig. 13 montre le système récepteur magnétique employé pour les signalateurs miniers par la Union Elek-

tricitäts Gesellschaft. Grâce à la forme spéciale des pôles, la déviation est d'environ 220 degrés. Un petit disque et une aiguille courte permettent de transmettre un nombre assez grand de signaux. Transmetteur et récepteur sont tous deux — inutile de le dire — complètement renfermés et à l'abri de l'humidité et de la poussière. Cette dernière remarque s'applique également aux appareils téléphoniques, ordinairement hauts-parleurs ; le récepteur et le transmetteur proprement dits se ferment d'habitude avec un bouchon de caoutchouc. Lorsqu'ils sont situés dans des

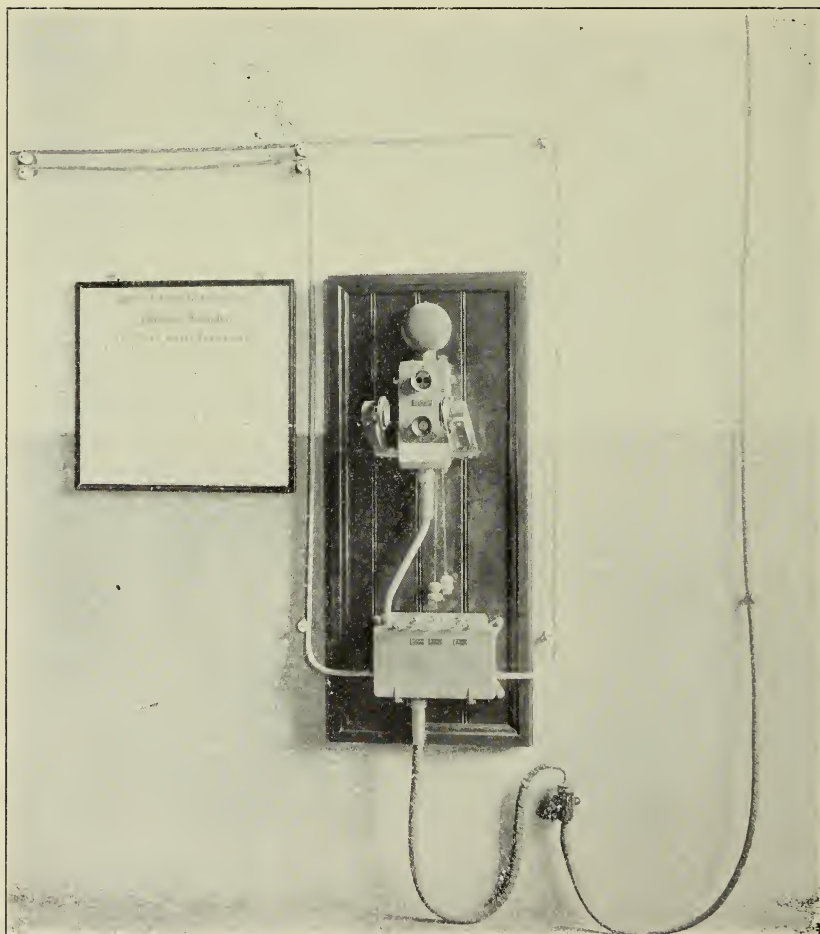


Fig. 15. Téléphone minier. Siemens et Halske.

locaux bruyants, les téléphones sont généralement pourvus de tubes récepteurs mobiles que l'auditeur déplace en avant et ajuste à ses oreilles. Un appareil de ce genre se voit dans la fig. 15. Une série de boutons servent à mettre le téléphone en circuit avec les différentes lignes.

Un grand nombre de signaux peuvent se faire dans la mine au moyen de sonneries électriques. Tel est le cas pour les signaux qui ont trait au halage des wagonnets, lorsqu'il s'agit, par exemple, de notifier au conducteur du treuil ou du moteur qu'un wagonnet a été accroché, qu'il a déraillé, etc. Dans ce but, deux fils nus partent de la sonnerie voisine de la machine de halage et suivent la galerie où roulent les wagonnets. Un morceau de métal quelconque sert à compléter le circuit en n'importe quel endroit. Les sonneries de mine sont actionnées soit par le courant

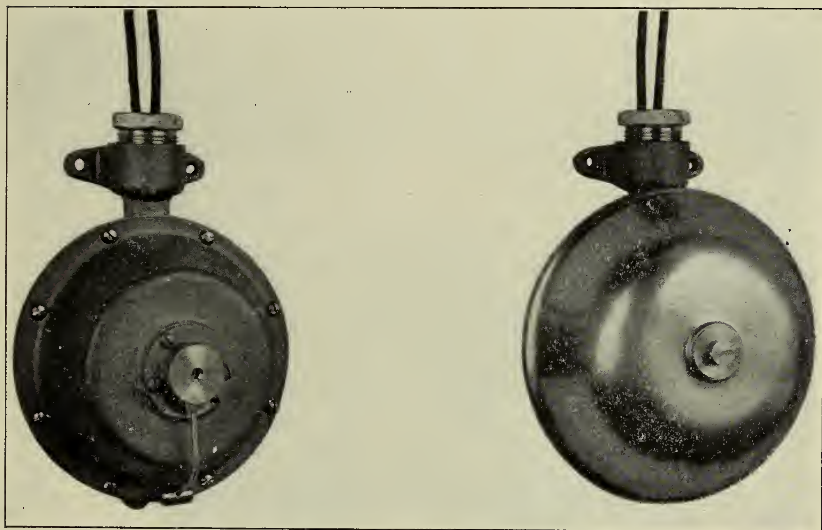


Fig. 14. Sonnerie d'appel fermée pour mines.

continu, soit par le courant alternatif ; dans ce dernier cas, le courant est souvent fourni par une magnéto comme celles que l'on utilise pour mettre les mines à feu. Ces sonneries sont construites pour des courants de 6 à 110 volts. Elles sont complètement et hermétiquement fermées, comme on le voit dans la fig. 14 qui représente une sonnerie construite par la Union Elektricitäts Gesellschaft ;

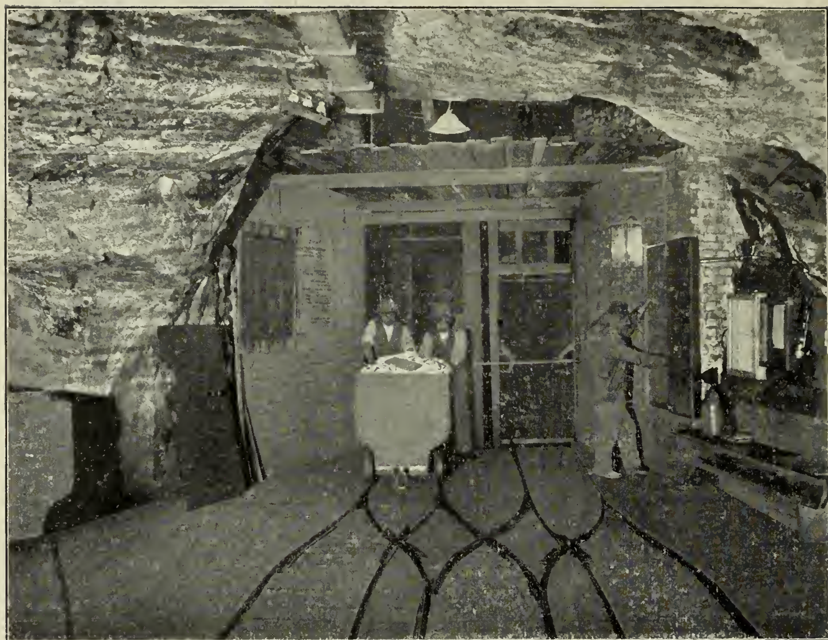


Fig. 12. Système de signalation. Mine Glückauf, Sondershausen.

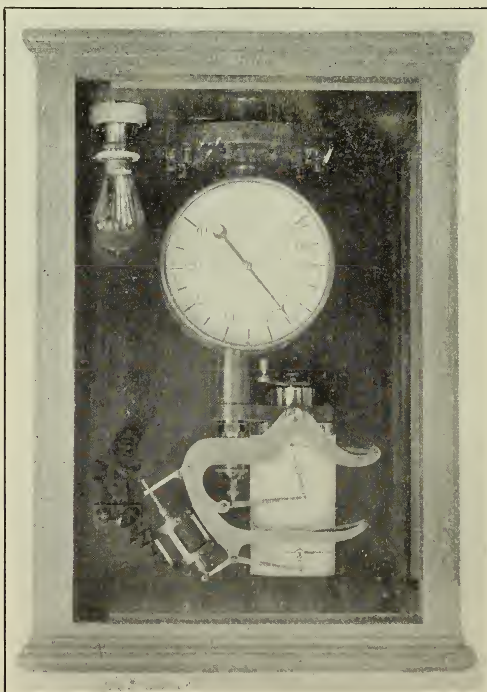


Fig. 16. Indicateur-enregistreur de niveau.
Union Elektricitäts Gesellschaft.

à gauche, le timbre est enlevé. La fig. 12 représente un système signalateur installé par la Société Siemens et Halske dans la mine de Glückauf, à Sondershausen. La vue est prise au fond ; à l'arrière, à droite de l'entrée du puits, est une armoire contenant une magnéto et une sonnerie.

La transmission électrique des signaux présente l'avantage de garantir la sécurité, de permettre la rapide transmission des ordres et d'établir un lien entre les différentes parties de la mine et le bureau du directeur. D'autres appareils électriques — compte-tours, indicateurs du niveau de l'eau dans le puisard (fig. 16), compteurs de wagons, etc., — permettent, en outre, de suivre constamment dans le bureau l'allure générale du travail dans toute la mine.

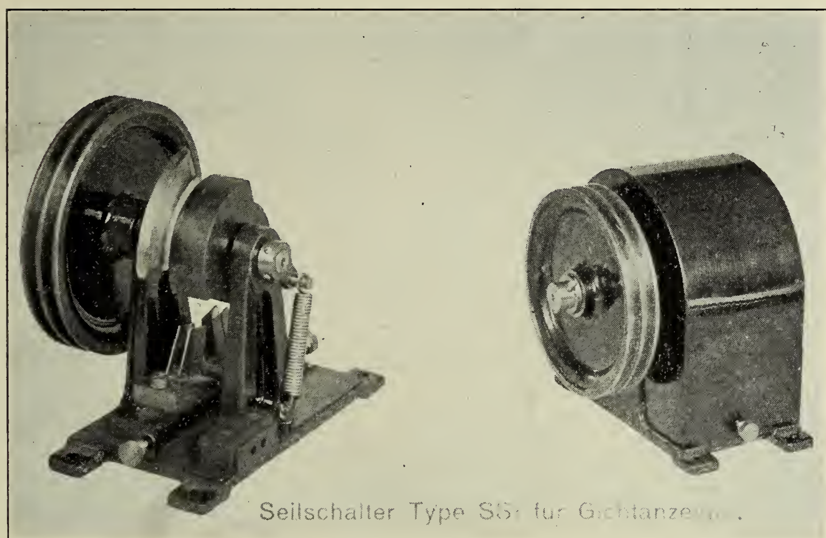
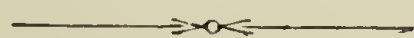


Fig. 17. Interrupteur à câble pour indicateur de niveau.

Les applications secondaires de l'électricité dans les mines, on s'en rend compte, sont d'une haute importance ; bien plus importantes encore sont les applications principales, comme nous le verrons dans le chapitre qui suit.



II.

Pompes d'épuisement. — Ventilateurs. — Perforatrices. — Haveuses. — Exploseurs. — Locomotives électriques. — Treuils. — Câbles sans fin. — Machines d'extraction. — Traitement des minerais.

Les applications primaires de l'électricité, comme force motrice, dans les mines européennes, se divisent en quatre groupes.

D'abord, les applications ayant trait à la sécurité de la mine et des travailleurs : l'exhaure et la ventilation ; en deuxième lieu, les applications ayant trait directement à l'extraction, c'est à dire la commande des perforatrices et haveuses et l'allumage électrique des mines. Le troisième groupe regarde les applications de l'électricité au transport des minerais et comprend les locomotives et les machines de halage, les câbles sans fin et les machines d'extraction. Enfin, le quatrième groupe comprend les emplois qui se rapportent au traitement des minerais après l'extraction, dans les broyeurs, les bocardeurs, les cribles, etc.

La commande directe des pompes d'exhaure est l'un des problèmes les plus difficiles que l'ingénieur-électricien ait eu à résoudre et cela, du fait de la grande vitesse du moteur électrique et de la grande lenteur des pompes de mines. Constructeurs de moteurs et constructeurs de pompes ont fini par se faire une série de concessions, les premiers diminuant, les seconds augmentant la vitesse de leurs machines respectives. De cette entente, sont nées les pompes dites « pompes-express », construites par diverses firmes, entre autres Ehrhardt et Sehmer, de Schleifmühle, Maschinenbau Anstalt, de Breslau, Riedler et Stumpf, Hope, de Berlin, et Jandin, de Lyon.

Les pompes Ehrhardt et Sehmer sont caractérisées par

leur construction mécanique dont la fig. 18 donne une idée générale. Les plongeurs sont à simple effet, les soupapes à levée verticale et superposées. Les sièges des soupapes

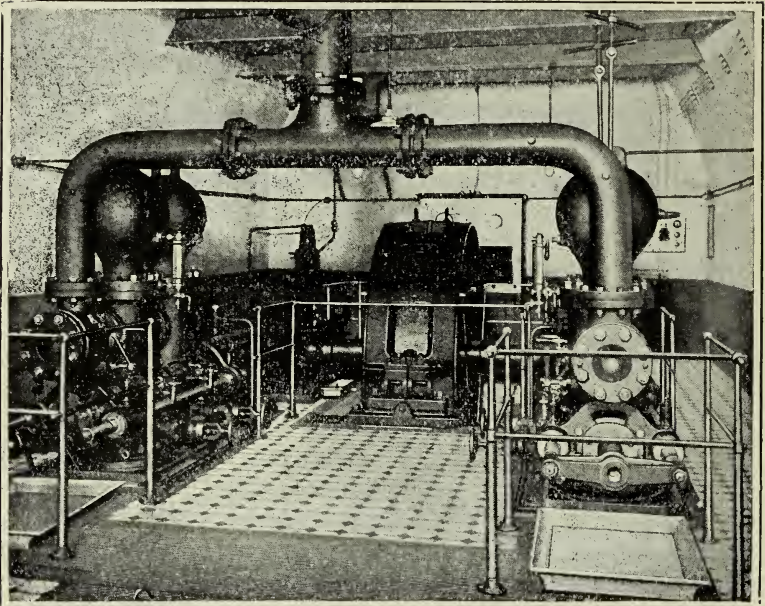


FIG. 18. Pompe minière. Ehrhardt et Sehmer.

sont maintenus par des vis latérales. Les plongeurs sont actionnés directement par la bielle. Le rendement volumétrique est de 94 à 96 pour cent. Les pompes sont simples, jumelles ou trigéminées. Un exemple remarquable est la pompe trigéminée de cette maison établie aux charbonnages de Marlesen en 1902. Le débit exigé était de 4200 à 4300 litres par minute avec 160 tours. La course des plongeurs est de 315 millimètres; leur diamètre, 194 millimètres; leur aire, 2956 décimètres carrés; le volume de décharge, 27,94 litres par tour; le débit réel est de 4500 à 4600 litres par minute à 171 tours avec une hauteur de refoulement de 268 mètres. Le rendement du moteur électrique est de 96 pour cent; le rendement volumétrique moyen de la pompe est de 95 à 96 pour cent; le rendement mécanique est de 83 pour cent; le rendement total, de 64 pour cent.

Dans une autre installation, faite avec un moteur triphasé sous 2400 volts, le rendement total est de 68.6 pour cent.

Dans l'installation d'exhaure électrique du puits « Germania I » de la Compagnie minière de Gelsenkirchen, faite par la Société Hélios, un électromoteur actionne une pompe jumelle Bergman, de Breslau, d'une capacité de 3 mètres cubes par seconde à la vitesse de 180 tours et avec une hauteur de refoulement de 160 mètres. Elle est couplée directement avec un moteur triphasé Hélios qui, sous 2200 volts, développe 160 chevaux.

La pompe Riedler-Stumpf est caractérisée par sa soupape d'aspiration concentrique au plongeur et par sa vitesse atteignant 300 tours. Les premières pompes Riedler à commande électrique furent installées à Léopoldshall en 1899. Des installations ultérieures ont été faites aux puits Aumetz-Friede, Kübeck, Engelsburg, etc.

Dans les installations qui viennent d'être nommées, les pompes marchent à 200 tours ; leur débit est de 2,5 mètres cubes par minute avec une hauteur de refoulement de 570 mètres. Elles sont actionnées par des moteurs triphasés de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, alimentés de courant à 2,300 volts et 110 périodes par seconde.

La pompe Jandin, comme la précédente, permet des vitesses de 300 tours. Une pompe Jandin établie par la Société Oerlikon au puits Montserrad, à Firminy, a un débit de 2,7 mètres cubes à 100 tours avec une hauteur de refoulement de 285,5 mètres. Elle est couplée directement avec un moteur triphasé Oerlikon de 200 chevaux marchant à 100 tours et alimenté de courant à 970 volts et 20 périodes.

La Société Oerlikon manifeste pourtant de la préférence pour les pompes à vitesse modérée à cause de l'usure rapide des pompes express. C'est animée de cette pensée qu'elle a installé au puits Kaiserstuhl II, à Dortmund, une pompe Hoppe d'un débit de 5 mètres cubes à 75 tours avec une hauteur de refoulement de 400 mètres. Elle est actionnée directement par un moteur asynchrone triphasé de 570 chevaux.

Les sociétés anglaises semblent aussi accorder la préférence aux pompes lentes. La Société Westinghouse, par exemple, a fourni au charbonnage de Sneyd une pompe

actionnée par un moteur triphasé de 30 chevaux pour un débit de 62 gallons élevés à 780 pieds. Elle a fourni de même à la Oak Bank Oil Company, des pompes centrifuges couplées directement avec trois moteurs triphasés de 5 chevaux chacun pour l'élévation de 4000 gallons par heure à 40 pieds de haut.

Lorsque les pompes sont petites, le couplage avec des moteurs électriques ne présente pas de difficultés ; aussi les efforts des Sociétés Siemens et Halske, Schückert, Union, etc., ont-ils toujours été dirigés vers les grandes installations d'exhaure. Leur persévérance s'explique et se justifie par l'évidente supériorité que l'électricité présente sous ce rapport comme force motrice. Le coût de premier établissement est, il est vrai, si on le compare à celui d'une installation à vapeur, un peu plus élevé ; mais les frais d'entretien sont moindres, les pertes d'énergie sont moins élevées, l'usure des génératrices et des

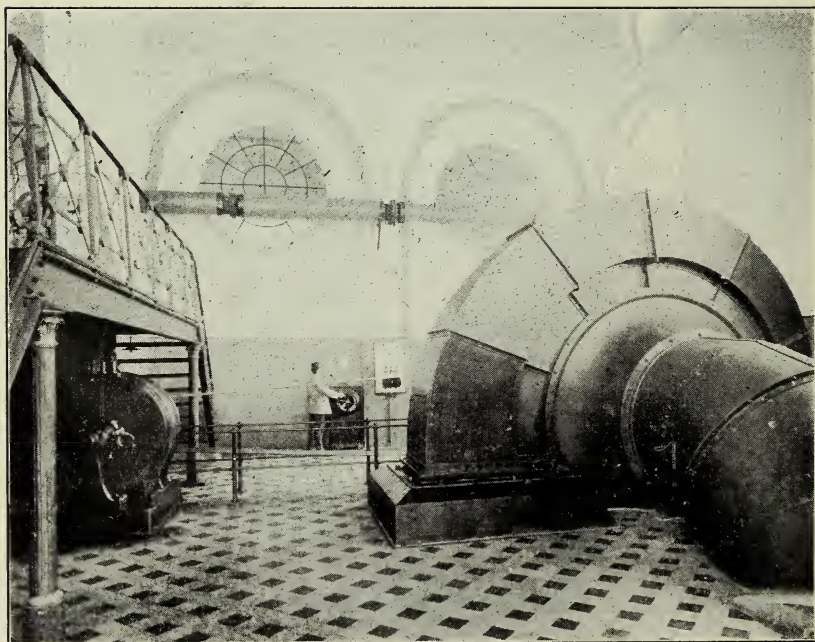


Fig. 19. Ventilateur de la mine Glückauf, Sondershausen.

moteurs est très petite ; enfin, l'électricité échappe au reproche que l'on adresse à la vapeur de vicier l'atmo-

sphère de la mine et d'exercer une action destructrice sur le boisage.

La ventilation est presque aussi importante pour la sécurité de la mine que l'exhaure, mais la commande électrique des ventilateurs ne présente pas les mêmes difficultés. Elle se fait soit par couplage direct, soit par l'intermédiaire de courroies, soit par celui d'un arbre flexible.

Les ventilateurs de mine sont de deux genres : d'abord les ventilateurs placés dans les galeries ou autres endroits des travaux, pour l'aération locale ; ensuite, les grands ventilateurs généraux placés sur le carreau. Ces derniers peuvent être réglés soit par des moyens mécaniques, par l'altération de l'aire du trou d'aspiration, soit, lorsqu'ils sont commandés par un moteur à courant continu, en modifiant la vitesse.

La fig. 19 représente le ventilateur général de la mine de Glückauf, à Sondershausen. Il est actionné par courroie, afin de faciliter les changements de vitesse. Le moteur Siemens et Halske est de 100 chevaux et marche sous 500 volts. Bien que le ventilateur soit dans le voisinage immédiat de l'installation à vapeur, on a préféré la commande électrique à cause de la moindre surveillance qu'elle nécessite.

Presque toutes les Sociétés d'électricité que nous avons mentionnées, ont fait plus ou moins d'installations de ventilateurs de mines.

Pour n'en citer que quelques exemples, il y a l'installation du puits Germania II (Hélios) avec moteur polyphasé de 400 chevaux sous 2000 volts, celle de la mine Hollertzug établie par l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, celle des mines de Karwin faite par Siemens et Halske, etc. Tous ces exemples s'accordent à confirmer les avantages d'économie, de simplicité et de commodité que l'on revendique pour le système électrique.

La commande électrique des perforatrices est l'application la plus importante de celles qui ont trait à l'extraction, mais elle a à lutter contre un compétiteur puissant, l'air comprimé. Les avantages de ce dernier pour les perforatrices à percussion sont en réalité si grandes que la Société Schückert l'a conservé comme force motrice, se contentant de supprimer les inconvénients inhérents aux conduites.

Dans ce but, elle a inventé un dispositif consistant en un compresseur actionné par un moteur électrique et pourvu d'un réservoir à air comprimé, le tout disposé pour rouler sur rails et suivre par conséquent la progression du front de taille. Par ce moyen, les inconvénients dus aux longues conduites à air comprimé sont évités, puisque la force motrice est amenée, sous forme d'énergie électrique, dans le voisinage du point d'utilisation par les câbles électriques beaucoup plus commodes. Sous ce rapport, l'activité de la Société Schückert diffère pourtant de celle des autres sociétés, car celles-ci ont combiné des perforatrices complètement actionnées à l'électricité.

Les perforatrices rotatives conviennent très bien aux roches tendres, mais pour les roches dures, le type à percussion est préférable. La commande électrique des perforatrices rotatives ne présente pas de difficulté ; elle se fait, p. ex., en couplant directement le moteur avec la perforatrice. Ainsi procède la Union Elektricitäts Gesellschaft ; le fleuret est dans le cas de cette dernière, actionné par un moteur de 2 chevaux par l'intermédiaire d'un engrenage.



Fig. 20. Perforatrices rotatives électriques.
Commande par arbre flexible.

Ce dispositif n'a pas rencontré l'assentiment général. C'est pourquoi la transmission s'effectue également par arbre flexible, comme on le voit dans la fig. 20 qui représente des perforatrices rotatives établies par la Société Siemens et Halske dans la galerie Charles-Ferdinand, à Gross-Hettingen.

Les perforatrices à percussion ne se laissent pas si facilement actionner à l'électricité. Les nombreuses tentatives que l'on a faites, ont produit trois systèmes principaux : la perforatrice à solénoïdes, celle à came, celle à manivelle de Siemens et Halske.

Le système à solénoïdes comporte une bobine divisée en deux sections et entourant un noyau de fer. Le courant passe alternativement par l'une et par l'autre section et le noyau est alternativement attiré dans des directions opposées. Le fleuret est directement relié au noyau et reçoit le mouvement rotatif nécessaire d'un cliquet actionné par le mouvement régressif du noyau. Cette perforatrice a l'avantage de ne pas nécessiter de moteur ; on lui reproche sa faible puissance et son échauffement.

Dans le second système, la perforatrice est actionnée par une came fixée à un arbre tournant à 300 ou 350 tours ; la came engrène une petite roue placée sur la culasse du fleuret et chasse celui-ci en arrière en comprimant un ressort qui lance le fleuret en avant dès que la came lâche le disque. Les objections que l'on présente contre ce système, c'est de ne pas fonctionner aussi bien vers le haut que vers le bas et de nécessiter un exact synchronisme entre le mouvement de la came et celui de la culasse.

Le système à manivelle utilise un arbre à manivelle qui, par un petit coulisseau en bronze et une glissière en acier, transmet un mouvement de va et vient à un chariot. Entre les plaques d'extrémité de ce chariot sont bandés deux ressorts à boudin très puissants. Entre ces ressorts, se trouve la bride d'une boîte dite « à percussion » à l'intérieur de laquelle se trouve la culasse qui peut se mouvoir librement à l'intérieur des ressorts et à travers les plaques d'extrémités du chariot. La fig. 21 (voir p. 34) montre cette perforatrice pour laquelle les constructeurs revendiquent les avantages suivants : régularité et constance de la force des coups, quelle que soit la position de la machine ; absence

de heurts dans le mécanisme ; grande puissance et grande rapidité (420 à 450 coups par minute). On reproche, d'autre part, à cette machine sa complication, son aptitude à se déranger, son usure rapide et les fréquentes et grandes dépenses qui en résultent.

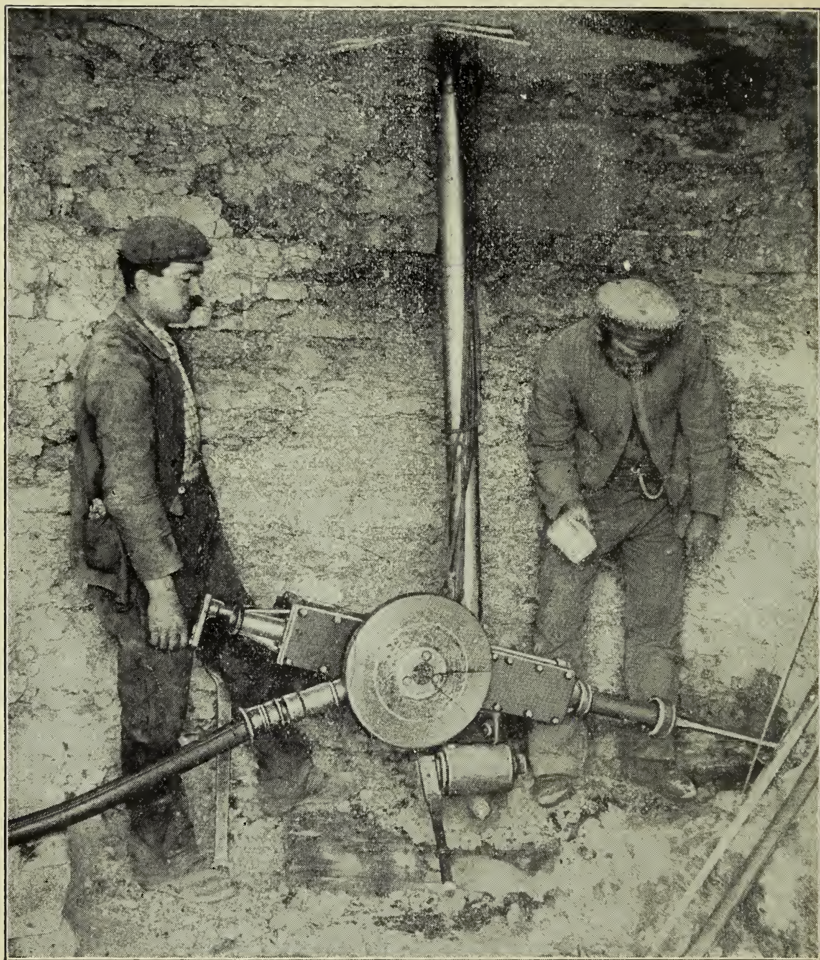


FIG. 21. Perforatrice à percussion, système à manivelle.

Une perforatrice Schückert, du type mixte, essayée dans la mine Friedrich-Wilhelm, dans du grès dur et de l'hématite, a fait progresser la galerie de 24,8 mètres en

248 heures. Les perforatrices à came de la Société Electricité et Hydraulique, ont montré, durant un essai de quatre ou cinq mois au charbonnage de Courcelles, une progression de 80 mètres par machine contre 40 mètres qu'elle était à la main pendant le même temps, avec un coût de 60 fr. le mètre pour le travail mécanique et 103 fr. pour le forage à la main. Dernièrement la perforatrice à manivelle a accusé, dans la mine de Kotterbach en Hongrie, dans un fer spathique de dureté moyenne, une progression de 12,50 mètres en 9 heures. Le forage marchait à 5,5 ou 6 centimètres par minute.

Outre les perforatrices, les haveuses sont employées avec avantage dans les houillères, notamment le système Sullivan exploité par la Union Elektricitäts Gesellschaft. Cette machine, d'origine américaine, consiste essentiellement en une chaîne coupante passant par deux poulies actionnées par un moteur électrique.

L'allumage des mines par l'électricité se fait de deux manières : par l'étincelle électrique et par le fil de platine incandescent. La dernière méthode est généralement préférée à cause de sa grande sûreté de fonctionnement. L'on emploie des machines magnéto, lorsque le nombre de mines à faire sauter est petit. Lorsqu'il s'élève à 80 ou davantage, on emploie une machine dynamo. Dans l'exploseur magnéto-électrique Siemens et Halske, un arrangement spécial empêche la fermeture du circuit avant que le courant induit ait atteint toute sa valeur. L'on évite de cette façon l'explosion prématurée des amorces les plus sensibles. Dans l'exploseur dynamo de la même Société, le courant induit est contrôlé par un ressort. Lorsque la force électro-motrice atteint son maximum, le circuit est fermé automatiquement, ce qui assure l'explosion simultanée de toutes les mines.

Pour conduire le minerai du front d'abatage à l'accrochage, on se sert de wagonnets traînés par des moteurs. La vitesse est ordinairement de 1 à 1.5 mètre par seconde avec un moteur de 5 à 10 chevaux et une pente de 10 à 15 degrés. La fig. 22 (voir p. 36) représente l'un de ces moteurs employé sur un plan incliné des mines Kaliwerke Aschersleben et installé par Siemens et Halske. Il traîne les wagonnets de l'abatage jusqu'à la galerie principale.

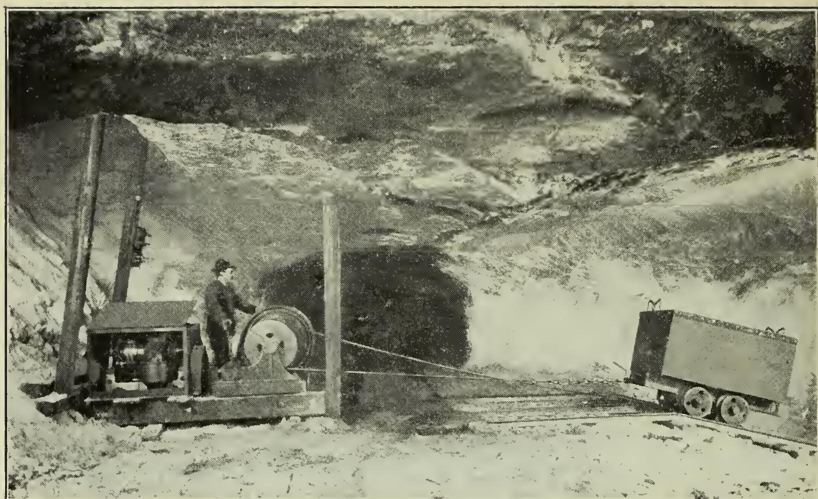


Fig. 22. Halage électrique. Kaliwerke, Aschersleben.

Lorsque la galerie est droite, que la distance n'est pas trop grande et que le trafic est régulier, on emploie fré-

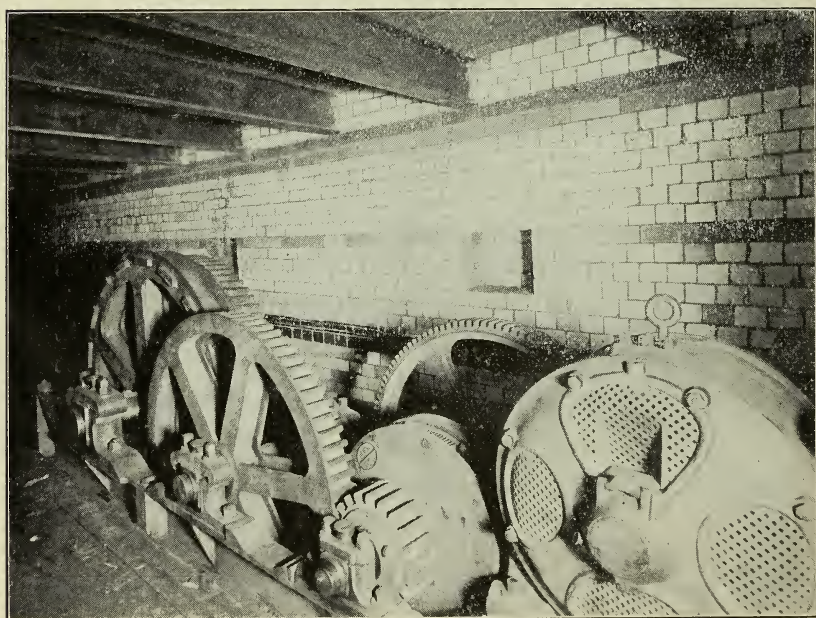


Fig. 23. Halage électrique.
Charbonnages de Sneyd, Staffordshire (Société Westinghouse).

quemment le halage par câble sans fin. Dans ce cas, la vitesse du câble ne dépasse généralement pas un mètre par seconde, afin de permettre l'accrochage et le décrochage des wagonnets sans arrêt de la machine. La voie est double. Un commutateur permet de renverser la marche en cas de déraillement. La fig. 23 représente l'installation de halage établie par la Société Westinghouse au charbonnage de Sneyd, Staffordshire. Le halage électrique est largement appliqué dans les mines. Toutes les grandes sociétés en ont fait d'importantes installations. Les mines de Planitz, Gottessegen, Rhenania, Lydenburg (Afrique méridionale), Shimoyamada (Japon), etc., sont pourvues de machines Siemens et Halske; Schückert a fait les installations de la Zwickauer Steinkohlenbau Vereins, de l'Altgemeinde Bockwa, etc.; Ganz a fourni les machines de halage électriques des mines de Kivald, Tokod, Resicza, Nagy-Manyok et de beaucoup d'autres.

Lorsque le halage n'est pas praticable à cause de la grande longueur ou des sinuosités des galeries, l'on emploie parfois des locomotives électriques pour conduire les wagonnets soit à l'extérieur, comme à la mine d'Hollertzug, soit au puits. Les locomotives électriques servent aussi pour conduire le minerai aux usines de préparation ou aux tas.

Pour le transport à la surface, on emploie aussi le telphérage électrique, comme on le voit dans l'installation de la Union Elektricitäts Gesellschaft représentée à la fig. 24 (voir p. 38).

Pour les locomotives, on préfère généralement le courant continu au courant alternatif, parce que son emploi ne nécessite que un ou deux conducteurs et encombre, par suite, moins les galeries.

La locomotive électrique normale faite par la Union a 260 centimètres de longueur, 108 centimètres de largeur; l'écart entre les essieux est de 72 centimètres, le diamètre des roues de 50 centimètres. Le maximum de hauteur du fil de trolley est de 140 centimètres. Les locomotives de surfaces sont plus grandes et prennent le courant par un rouleau d'aluminium qui ne doit pas être retourné, comme les trolleys, lorsque la direction de la machine change.

A la mine d'Hollertzug, déjà citée, l'Allgemeine Elektri-

citäts Gesellschaft a fourni une locomotive pour les travaux souterrains et une autre pour les travaux de surface. La première est équipée d'un moteur de 10 à 15 chevaux, le démarrage se faisant au moyen de résistances. Cette

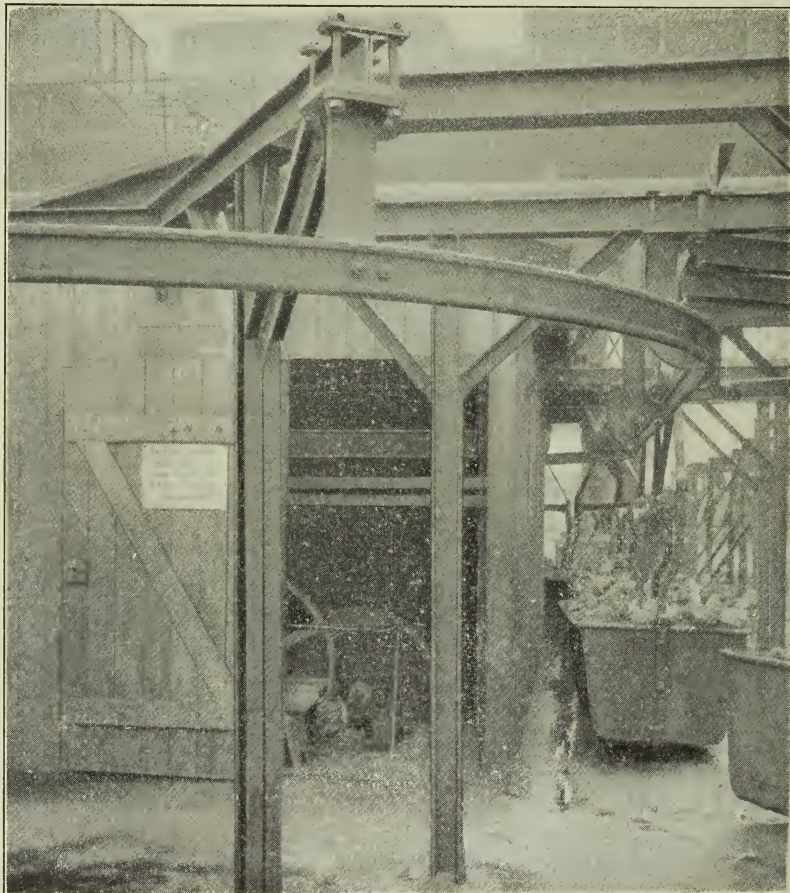


FIG. 24. Telphérage électrique sur le carreau d'une mine.

locomotive déplace un train de 20 wagonnets, du poids total de 1400 kilogrammes chacun, avec une vitesse de 1800 mètres en 10 minutes. La locomotive de surface est équipée d'un moteur de 25 chevaux et traîne six wagons chargés, à 725 mètres en 4 1/2 minutes avec une consommation de courant de 3,7 kilowatts.

Les locomotives Siemens et Halske ont une vitesse de 10 à 15 kilomètres à l'heure. Les résistances de démarrage et de régulation de vitesse sont placées sous le cadre portant les coupleurs. La fig. 25 représente une locomotive électrique minière de cette firme ; elle fonctionne dans les mines de sel de Neustassfürt, près Stassfürt, en Allemagne.

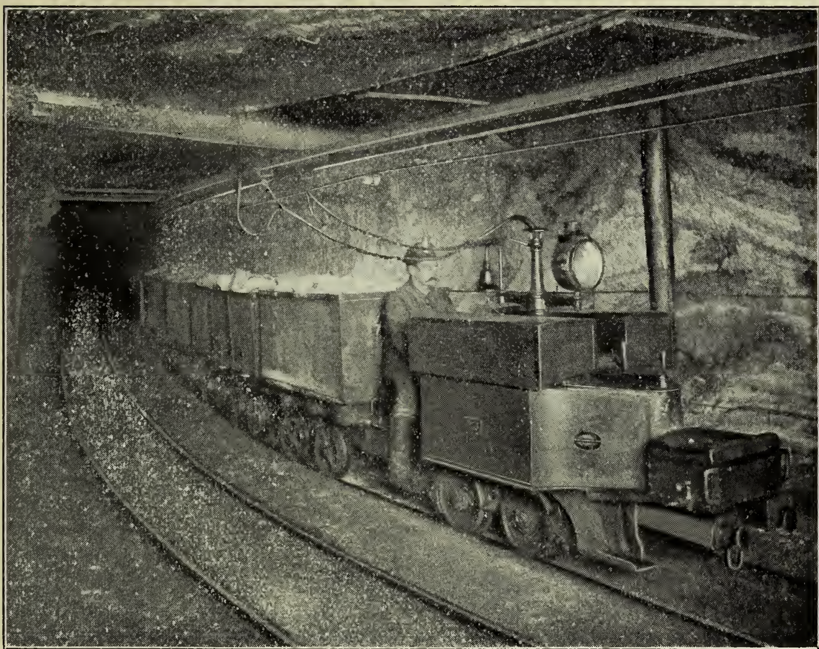


Fig. 25.
Locomotive minière électrique. Mines de sel-gemme, Neustassfürt.

Les locomotives Baldwin-Westinghouse fournies à la Oak Bank Oil Co. traînent une charge de 85 tonnes à la vitesse de 1000 milles à l'heure.

Les locomotives à courants alternatifs fournies par Ganz aux mines de fer de Vajda-Hunyad exercent un effort de traction de 600 livres ; leur vitesse est de 7 1/2 milles et leur poids de 3.4 tonnes.

Peu de progrès se remarquent dans l'adaptation de la commande électrique aux machines d'extraction à cause des difficultés que présente ce problème. Ces difficultés résident dans le couplage du moteur avec le tambour et

dans la régulation de la vitesse. Le couplage direct exige la réduction et de la vitesse du moteur et du diamètre du tambour. La régulation de la vitesse s'effectue de diverses manières. Avec le courant continu, on peut, par exemple, employer deux moteurs de demi-puissance. Le couplage en série ou en parallèle donne la demi ou la pleine vitesse.

L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft emploie un rhéostat à liquide ; le nombre de tours complet est atteint quand le liquide monte jusqu'à son déversoir. Le démarrage, la régulation de vitesse et l'arrêt ont aussi été assurés en variant l'excitation de la dynamo. Enfin, des résistances ont été utilisées dans le même but, mais avec de médiocres résultats.

Les constructeurs ont, en outre, donné toute leur attention aux appareils de sûreté ; aussi les machines d'extraction sont-elles généralement bien pourvues de puissants freins à main, au pied, à air comprimé et de freins automatiques pour éviter d'envoyer la cage aux molettes. Le frein automatique agit en coupant le courant. Un autre appareil automatique entre en jeu si, pour un motif quelconque, le circuit vient à être coupé. Dans ce cas, un puissant électro-aimant est désaimanté et lâche un poids qui actionne le frein.

Le couplage direct du moteur et du tambour n'est guère employé que pour les grandes installations. Dans les petites, le couplage se fait par engrenages. La fig. 26 représente une machine d'extraction souterraine commandée par un moteur ouvert Hélios. Au puits Germania I, la même Société a installé une machine d'extraction électrique capable d'élever un poids net de 1800 kilogrammes d'une profondeur de 450 et avec une vitesse de trois mètres par seconde ; elle est actionnée par un moteur asynchrone polyphasé de 120 chevaux à 485 tours et sous 2000 volts. L'installation de Rhein-Elbe mérite aussi d'être citée.

La machine d'extraction principale représentée à la fig. 27 a été construite par la Union Elektricitäts Gesellschaft. Elle est actionnée par deux moteurs de 90 chevaux sous 500 volts. La vitesse d'extraction est de 2 mètres par seconde pour les personnes et de 4,2 mètres par seconde pour les wagonnets ; la profondeur est de 220 mètres ; la charge nette, 600 kilogrammes. Les tambours ont trois

mètres de diamètre et sont entraînés par des engrenages. Un autre exemple de commande par engrenages se voit dans une installation faite dans une mine grisouteuse de

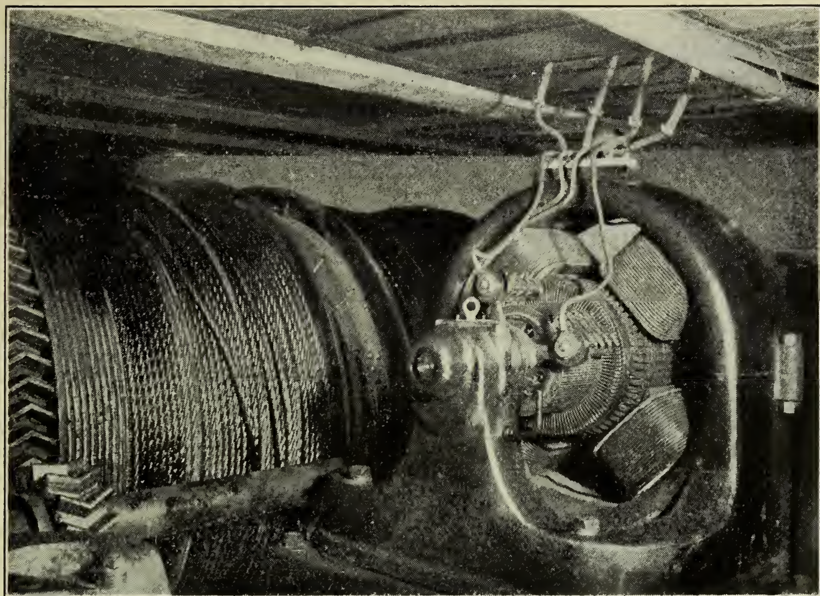


Fig. 26. Extraction souterraine avec électromoteur ouvert.

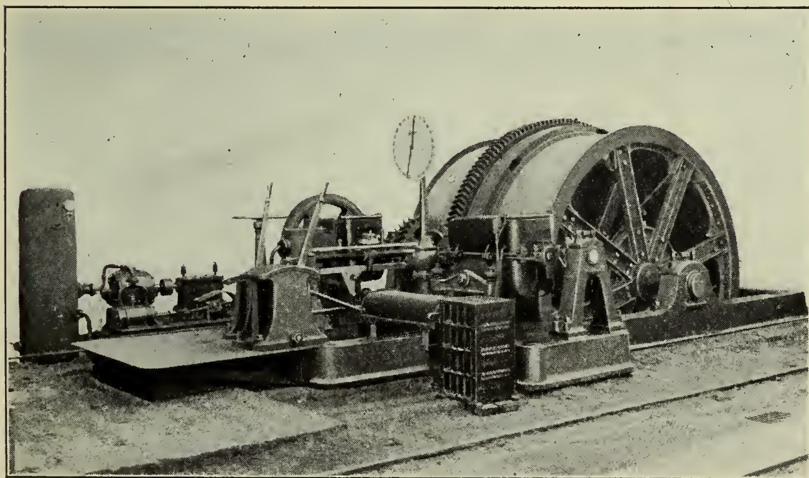


Fig. 27. Extraction principale commandée par engrenages.

Belgique par la Société Electricité et Hydraulique. Le moteur, du type cuirassé, pour courant triphasé à 500 volts, est d'une force de 50 chevaux et possède une capacité de surcharge de 80 chevaux à 600 tours ; la charge nette est de 2000 kilogrammes ; elle est extraite d'une profondeur de 100 mètres à la vitesse de 1 m. 50 par seconde.

La machine d'extraction Schückert exposée à Dusseldorf était pourvue d'un appareil spécial pour le réglage de la vitesse au moyen de la force contre-électromotrice. La contre-tension était graduellement réduite, afin de permettre au moteur d'atteindre toute sa vitesse. Cette machine était calculée pour prendre une charge utile de 1400 kilogrammes à une profondeur de 400 mètres et l'élever à raison de 15 mètres par seconde. Les trois tambours avaient chacun 2,5 mètres de diamètre.

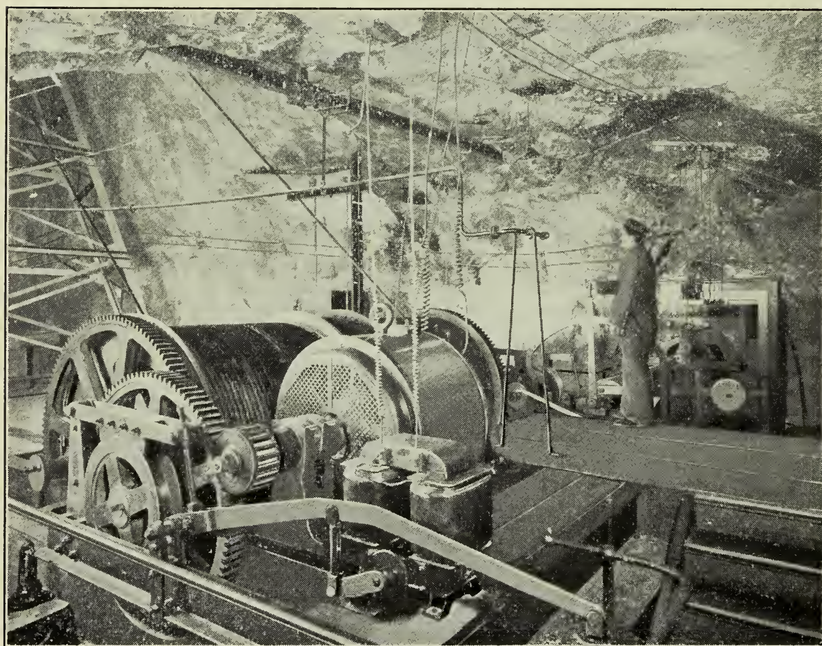


Fig. 28.
Extraction électrique. Consolidierte Alkaliwerke Westeregeln.

D'importantes installations ont été également faites par Siemens et Halske au puits Hohenegg des mines de Karwin, à Erzherzog, Thiederhall et aux Consolidierte

Alkaliwerke Westeregeln. La fig. 28 représente cette dernière installation. Le moteur est de 60 chevaux sous 500 volts. La machine d'extraction du puits Hohenegg est actionnée par un moteur triphasé de 170 chevaux marchant à 150 tours. La charge maximum est de 1400 kilogrammes; la vitesse, 4 mètres par seconde; la profondeur, 260 mètres. Au puits Erzherzog, un moteur marchant à 150 tours élève une charge de 2800 kilog. à la vitesse de 4,5 mètres par seconde. La machine d'extraction souterraine de Thiederhall élève 200 tonnes métriques en 8 heures; la profondeur est de 200 mètres ; un moteur de 500 volts, couplé directement, élève la charge de 800 kilogr. à la vitesse de 6 mètres par seconde. Pour le transport des personnes, la vitesse est réduite à 3 mètres par seconde.

Le couplage direct est aussi employé dans l'installation faite par l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft aux charbonnages Preussen II, à Dortmund, et à ceux de Arnim, près de Planitz.

La première est destinée à élever 100 tonnes par heure d'une profondeur de 700 mètres ; la charge nette est de 2200 kilogrammes ; le poids de la cage 3800 kil. ; celui des quatre wagonnets 1400 kil. ; celui du câble 4900 kil. ; total : 12300 kil. La vitesse est de 16 mètres par seconde, mais peut être réduite à 5 mètres. Le moteur est à courant triphasé sous 2000 volts ; le démarrage est réglé au moyen de résistances liquides. La machine est pourvue d'un frein de sûreté à air comprimé et d'un frein automatique actionnant l'interrupteur de sûreté.

L'installation de Planitz se voit dans la fig. 29 (voir p. 44). Elle diffère de celle que nous venons de décrire en ce qu'elle est à courant continu à 500 volts ; le moteur fait 80 tours. Il élève de 600 à 700 tonnes d'une profondeur de 220 mètres en 10 heures. Le tambour est placé directement au dessus du puits. 600 kilogrammes de charbon et 1000 kil. de poids stérile constituent la charge utile ; la cage pèse 700 kil., les wagonnets 275 kil. et le câble 345 kil. La vitesse d'extraction est de 8,5 mètres par seconde, réductible à 3 mètres. Chaque tambour est commandé par un moteur de 225 chevaux ; la largeur est de 85 centimètres, le diamètre, de 224 centimètres.

Quoique l'emploi de l'électricité ne soit pas encore très

répandu pour la commande des machines d'extraction, elle ne peut manquer de prendre une rapide extension,

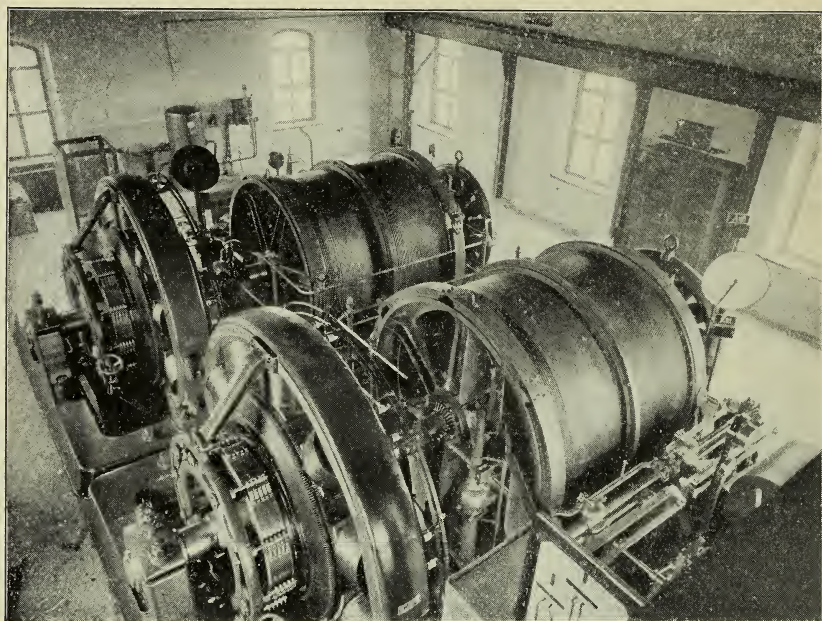


FIG. 29. Machine d'extraction. Charbonnage Arnim, près Planitz.

maintenant que la perfection voulue pour le succès se trouve atteinte. On a constaté, en effet, qu'au puits Heinrich l'adoption de l'extraction électrique a donné lieu à une économie de $^1/_3$, rien que pour le combustible, sans compter l'épargne des matières de graissage et la diminution de l'usure et de l'entretien. En outre, l'adoption de la force motrice électrique a permis l'emploi d'une batterie tampon pour emmagasiner l'énergie durant la descente de la cage. Un tel emmagasinement ne peut se réaliser avec la vapeur.

Sa grande capacité de surcharge donne au moteur électrique un important avantage pour le traitement du minerai, après qu'il a été extrait. Il convient, par exemple, très bien pour le lavage du charbon, pour le triage et le broyage, pour la mouture et la désagrégation, pour le chargement et le déchargement des fours à coke. Il convient aussi parfaitement aux convoyeurs, aux ta-

bliers sans fin et autres machines de transport, à la commande des compresseurs d'air pour perforatrices, etc. On ne peut que mentionner quelques-unes des nombreuses installations possibles. Il va de soi que les moteurs sont généralement établis dans un local séparé, afin d'être soustraits à l'action destructrice des gaz, etc. Dans ce cas, la transmission se fait par courroie.

Le convoyeur à tablier sans fin représenté à la fig. 30 a été établi par Siemens et Halske pour la manutention

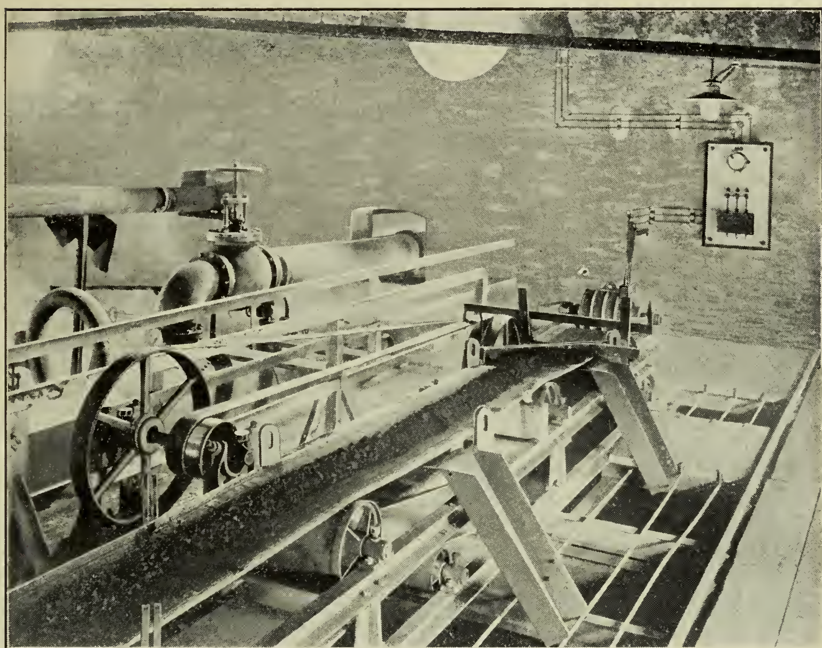


Fig. 30. Convoyeur électrique pour la manutation du charbon.

du charbon et est actionné par un moteur de 15 chevaux. La Westinghouse a fourni à la Oak Bank Oil C°, en Ecosse, un moteur de 30 chevaux pour la commande d'un broyeur d'argile et un autre de 10 chevaux pour le convoyeur amenant l'argile au broyeur. Une machine à bocarder entraînée par un moteur Johnson et Philips fonctionne dans les mines d'or de Raub. Au puits Sharnhorst, sont établis un laveur, une pompe à boue, un crible, un concasseur et un élévateur, tous actionnés par des moteurs poly-

phasés asynchrones Hélios dont la puissance varie de 10 à 100 chevaux. Au puits Hollertzug, l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft a installé un compresseur d'air à 3 cylindres, actionné par un moteur de 40 chevaux.

Une installation importante est celle faite par la Société Schückert à l'Allgemeinde Bockwa à Zwickau. Elle comprend deux moteurs pour le traitement préliminaire, un pour le lavage, deux pour les ascenseurs, un pour une scie circulaire, un pour un soufflet de forge, etc.

D'importantes installations de ce genre ont été également faites par Ganz, notamment à Vajda-Hunyad, aux mines du comte Larisch-Mönnich, etc.

Le court résumé qui précède n'a pas la prétention d'avoir épuisé le sujet, mais il permet de se rendre compte de deux points : le premier est l'activité qui règne en Europe pour l'introduction des machines minières électriques ; le second, c'est l'économie qui peut résulter de cette introduction. Je n'en veux citer que deux exemples pour finir.

Avant l'emploi de l'électricité, les Burma Ruby Mines ne pouvaient distribuer de dividendes ; les frais d'exploitation étaient trop élevés. Depuis l'adoption de l'électricité, les frais ont été réduits de 6000 livres sterling par an, ce qui a permis de payer des dividendes. A la mine de Sheba, l'économie réalisée sur les frais d'exploitation depuis l'introduction de l'électricité en 1896 s'est élevée à 10.000 £ par an.





Imprimerie Liégeoise
Henri Poncelet
Rue des Clarisses, 52

L'ÉLECTRICITÉ AGRICOLE

Par E. GUARINI

Avec préface de Henri DUFOUR, professeur à l'Université et à l'Institut agricole de Lausanne (Vaud).

Un volume in-16 avec de nombreuses illustrations édité par la Société suisse d'Edition, à Lausanne.

Prix : 3 Francs.

Un des rares domaines qui n'aient pas encore été révolutionnés par l'**Electricité** et dans lequel pourtant cette fée toute puissante est à même de rendre les services les plus multiples, est l'agriculture.

Comme on l'a dit, la **houille blanche** (l'eau) peut et doit devenir aussi la **houille verte.**

Jusqu'à présent, au moins en France, en Belgique et en Suisse, il n'a été fait que de timides essais dans ce sens, tandis que d'autres pays, comme l'Allemagne, possèdent déjà des installations remarquables.

M. Guarini a voulu être un des pionniers de cette innovation. Il suffira d'énumérer les principaux chapitres de son étude pour en démontrer toute l'utilité pratique.

Avant-propos — L'électrisation des graines — L'électroculture — Electroculture par influence indirecte — Electroculture par influence directe — Méthodes qui empruntent l'électricité atmosphérique — Méthodes utilisant l'électricité dynamique — Méthodes utilisant les machines statiques ou les ondes hertziennes — Labourage électrique — Destruction des insectes — Machines agricoles — L'électricité appliquée aux vins, à l'alcool, aux huiles et à la tourbe — Industries annexes — Transport des produits agricoles — Communications entre fermes — Hygiène et confort des fermes par l'électricité — Météorologie agricole — Sources de force pour la production d'électricité dans les campagnes — Conclusion.

Voici d'ailleurs la très intéressante préface de M. le Dr Henri Dufour, professeur de physique expérimentale à l'Université de Lausanne.

« Voici un petit volume qui ne fera concurrence à aucun ouvrage existant car la matière qu'il aborde est entièrement nouvelle.

Tandis que l'électricité est depuis assez longtemps déjà citadine et industrielle, elle n'a jusqu'ici guère attiré l'attention des agriculteurs. Dans les pays dotés de forces motrices hydrauliques naturelles, situées ordinairement loin des villes, l'électricité, sollicitée par les besoins de l'industrie, traverse sur des poteaux, aussi nombreux que peu élégants, les campagnes et les villages, mais elle ne s'y arrête pas ; cependant

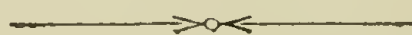
depuis quelques années villages et bourgs ont compris qu'ils pouvaient, utilement, prendre pour s'éclairer un peu de cette puissance, qui passe sur leurs têtes. Dans nombre de localités, même les plus reculées et les plus montagneuses, on a sauté sans transition de la lampe à huile fumeuse à la lampe électrique à incandescence, elle pénètre aujourd'hui dans le salon du château, dans la ferme, à la grange et dans l'étable.

Mais là s'arrête jusqu'ici son rôle, dans notre vieille Europe ; et la fée moderne voudrait faire davantage parce qu'elle sait qu'elle le peut. A côté de la lumière elle voudrait s'installer à demeure dans les fermes pour y exécuter tous les ouvrages qui exigent la force motrice, constamment disponible et divisible ; remplacer pour certains travaux le bras de la ménagère, la force de l'ouvrier et celle du cheval en chair et en os, dont la mission n'est pas de faire tourner un manège ou une meule, mais de transporter au grand air les produits des champs. Ce que la machine dynamo peut faire dans une installation agricole, même modeste, c'est ce que les lecteurs de l'intéressant livre de M. Guarini apprendront probablement avec quelque étonnement. Ils y verront aussi que le moteur électrique peut encore aider aux travaux des champs ; la charrue électrique n'est pas un mythe, elle existe et peut rendre, dans de grandes exploitations, de précieux services.

A côté de ses applications mécaniques, l'électricité, véritable Protée, est apte à améliorer, par ses actions chimiques, les procédés de traitement des matières sucrées, à vieillir les vins, à épurer les huiles ; productrice d'ozone, elle peut servir à la désinfection et à l'assainissement des eaux.

Mais son rôle ne se borne pas à agir sur les produits récoltés, elle peut agir sur la végétation elle-même. C'est dans ce domaine que les premiers expérimentateurs portèrent leurs efforts, et l'action de l'électricité sur la végétation paraît être aujourd'hui un fait acquis, mais un fait entouré encore de bien des mystères, qu'il faut éclaircir avant de pouvoir utiliser pratiquement et à coup sûr cette puissance mystérieuse ; les agronomes, doués de l'esprit scientifique — et ils sont nombreux, — que l'étude de la question intéressante de l'électroculture attireraient, trouveront dans le volume de M. Guarini nombre de faits de nature à éveiller leur attention et à les engager à des recherches nouvelles.

Nous espérons que ce travail, qui contient et résume une foule de faits épars, disséminés dans des mémoires isolés, sera le précurseur, utile et apprécié, d'un traité plus complet encore, qui pourra paraître quand les agriculteurs auront compris que l'électricité qui transforme l'industrie est capable aussi de prêter les ressources et son génie bienfaisant à l'agriculture ; en attendant, le livre d'un savant tel que M. Guarini, bien connu par ses beaux travaux sur la télégraphie sans fil, sera certainement lu avec fruit par tous ceux que les applications de l'électricité intéressent. »

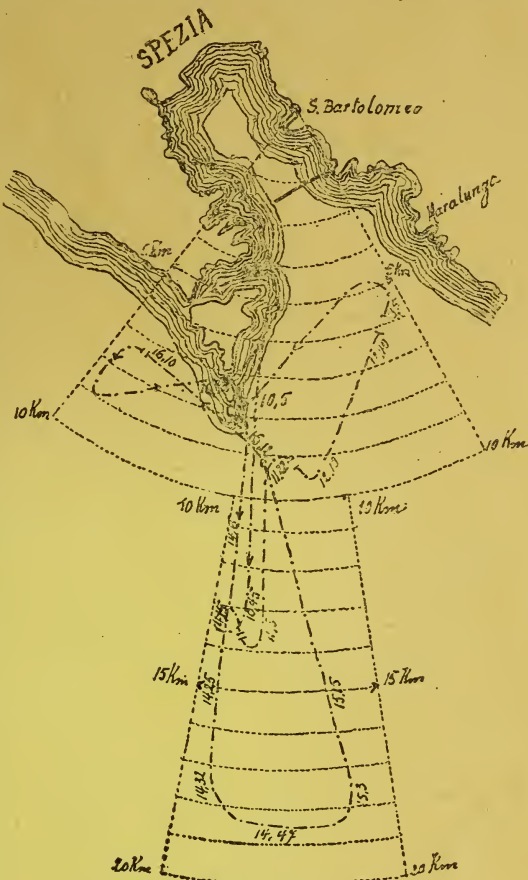


métalliques. La syntonisation n'a été réalisée dans cette expérience qu'au delà de 2 1/2 kilom. Ici, l'auteur relève l'erreur commune relative à la syntonisation.

3° Au printemps de 1900, entre Poole et Ste-Catherine, Marconi obtient une portée de 31 milles (54 kilomètres), par l'emploi de cylindres concentriques comme antenne. Avec ces cylindres, l'effet de l'induction électrostatique prédomine; aussi, la limite de la portée est rapidement atteinte, le moindre obstacle absorbant une grande partie des lignes de force électrique et l'orientation des antennes s'imposant. Des essais de multicommunication sont tentés sans beaucoup de succès.

4° En avril 1901, les expériences entre Biot et Calvi, 175 kilom. de portée, voient apparaître les antennes multiples. Le jigger est replacé entre deux ventres de la tension. Les ondes de longueurs très différentes n'influencent pas ce récepteur. Les essais de double communication ne donnent aucun résultat.

5° La première communication transatlantique est réalisée le 12 déc. 1901 entre le cap Lizard et St-Jean de Terre-Neuve; deux mois après, la portée obtenue est de 1.555 milles, puis de 2.000 milles (3.520 kilom.). Ces communications ont pu être réalisées grâce à l'emploi du *detector magneticum* expérimenté au préalable entre Poldhu et le *Carlo-Alberto* lors du voyage à Cronstadt de ce dernier. L'antenne quadruple de Biot et Calvi est devenue une colossale pyramide renversée ; l'énergie employée est de 100 chevaux.



Expérience Marconi à la Spezzia (1897)

III. — **Manière dont les ondes se propagent dans les transmissions à longue distance.** — L'auteur étudie successivement les diverses théories émises, sans oublier la sienne, qui, au point de vue de la propagation, assimile les ondes électriques aux ondes lumineuses. Il cite une expérience qu'il a faite et dans laquelle il a pu différencier les effets du champ électrique et du champ magnétique.

IV. — **Côté commercial.** — L'auteur cite les applications réalisées en Angleterre, en Italie et en Belgique et qui sont d'un usage journalier. Il indique tous les reproches faits à la télégraphie sans fil, les discute méticuleusement et arrive à la conclusion que la télégraphie sans fil remplacera avantageusement la télégraphie avec fil, le jour où l'on aura pu limiter l'espace où l'on envoie et d'où l'on reçoit les ondes électromagnétiques, problème dont l'auteur a pu résoudre déjà une partie. (Fernand PONCELET, lieutenant d'artillerie, Belgrade-Namur, dans le *Mois Scientifique et Industriel* de Paris, n° 48, pp. 727 et 728.)

Outre une préface, M. Guarini a ajouté au texte original, des notes explicatives pour mettre le volume à la portée des non initiés.

LES ÉDITEURS.



